

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANČÍ

Aplikace technické analýzy na index SAX pro fázi poklesu trhu

Application of technical analysis on SAX index in the bearish phase

Student: Bc. Jana Kubicová

Vedoucí diplomové práce: prof. Dr. Ing. Zmeškal Zdeněk

Ostrava 2011

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jana Kubicová**
Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa
Studijní obor: 6202T010 Finance
Specializace: 00 Finance
Téma: Aplikace technické analýzy na index SAX pro fázi poklesu trhu
Application of technical analysis on SAX index in the bearish phase

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
 2. Popis metod technické analýzy a náhodného vývoje cen finančních aktiv
 3. Popis a historie slovenského akciového trhu
 4. Aplikace a porovnání výhodnosti vybraných indikátorů technické analýzy na Slovenském burzovním indexu
 5. Závěr
- Seznam použité literatury
Seznam zkratk
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

FABOZZI, F. J.; MODIGLIANI, F.; JONES, F. J.; FERRI, M. *Foundations of financial markets and institutions*. 3rd ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2002. 663 s. ISBN 0-13-018079-3.
PRING, M. J. *Technical Analysis Explained: the successful investor's guide to spotting investment trends and turning points*. 1st ed. New York: McGraw-Hill, 1991. 521 s. ISBN 0-07-51042-3.
ŘÍHA, J. *Technická analýza cenných papírů*. 1. vyd. Praha: Comenia Nova, 1994. 103 s. ISBN 80-901784-0-5.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal**

Datum zadání: 26.11.2010

Datum odevzdání: 29.04.2011

Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou práci, včetně příloh, vypracovala samostatně.

V Ostravě 29. 4. 2011

.....
podpis studenta

Obsah

1 ÚVOD.....	3
2 POPIS METÓD TECHNICKEJ ANALÝZY A NÁHODNÉHO VÝVOJA CIEN FINANČNÝCH AKTÍV	5
2.1 POSTAVENIE A VYUŽITIE TECHNICKEJ ANALÝZY V PRAXI.....	5
2.1.1 Podstata technickej analýzy.....	6
2.1.2 Definícia fundamentálnej analýzy.....	6
2.1.3 Popis psychologickéj analýzy.....	6
2.1.4 Porovnanie technickej a fundamentálnej analýzy	7
2.2 PÔVOD TECHNICKEJ ANALÝZY A JEJ ZÁKLADNÉ PRINCÍPY	8
2.3 GRAFICKÉ FORMÁCIE	8
2.4 TECHNICKÉ INDIKÁTORY	11
2.4.1 Kľzavé priemery.....	11
2.4.2 Pásmová analýza.....	13
2.4.3 Oscilátory.....	14
2.4.4 Index dôvery	18
2.4.5 Nové maximá a nové minimá.....	18
2.4.6 Anticyklické indikátory.	19
2.5 PROGRAM METAStock	19
2.6 NÁHODNÝ VÝVOJ CIEN FINANČNÝCH AKTÍV	19
2.6.1 Aritmetický Brownov proces.....	20
2.6.2 Geometrický Brownov proces.....	21
2.6.3 Mean-reversion procesy.....	21
2.6.4 Jump-diffusion proces.....	22
3 POPIS A HISTÓRIA SLOVENSKEHO AKCIOVÉHO TRHU	23
3.1 SVETOVÉ AKCIOVÉ TRHY	23
3.1.1 New York Stock Exchange (NYSE).....	24
3.1.2 Tokyo Stock Exchange	25
3.1.3 London Stock Exchange	25
3.2 SLOVENSKÝ KAPITÁLOVÝ TRH	25
3.2.1 Vznik Burzy cenných papierov v Bratislave a vývoj burzových indexov.....	27
3.2.2 Burzové obchody	28
3.3 VÝPOČET SLOVENSKEHO AKCIOVÉHO INDEXU	29
3.4 VÁHY BÁZICKÝCH TITULOV INDEXU SAX	29
3.5 VÝVOJ SLOVENSKEHO AKCIOVÉHO INDEXU	31
3.6 VÝVOJ INDEXOV VYBRANÝCH STREDOEURÓPSKYCH BÚRZ	32
4 APLIKÁCIA A POROVNANIE VÝHODNOSTI VYBRANÝCH INDIKÁTOROV TECHNICKEJ ANALÝZY NA SLOVENSKOM BURZOVOM INDEXE	36
4.1 ODHAD PARAMETROV VÝVOJA INDEXU SAX.....	36
4.2 SIMULÁCIA INDEXU SAX.....	37

4.3 TESTOVANIE INDIKÁTOROV TECHNICKEJ ANALÝZY NA SLOVENSKOM BURZOVOM	
INDEXE.....	37
4.3.1 <i>Index relatívnej sily (RSI)</i>	38
4.3.2 <i>Bollingerove pásma (BB)</i>	40
4.3.3 <i>Moving Average Convergence Divergence (MACD)</i>	43
4.3.4 <i>Exponenciálny klzavý priemer</i>	45
4.3.5 <i>Rate of Change (ROC)</i>	47
4.4 POROVNANIE VÝSLEDKOV TESTOVANÝCH INDIKÁTOROV	49
4.5 ZHRNUTIE.....	51
5 ZÁVER	54
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	55
ZOZNAM SKRATIEK	58
PROHLÁŠENÍ O VYUŽITÍ VÝSLEDKŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE	60
ZOZNAM PRÍLOH	61

1 Úvod

Globálne kapitálové trhy sú čoraz sofistikovanejšie a časy, keď najlepšou a jedinou možnosťou investovania bol termínovaný vklad v banke sú prežitou minulosťou. V dnešnom svete diverzifikácie a diferenciacie je ponuka investičných príležitostí bohatá. Pre investorov existuje množstvo spôsobov zhodnotenia dočasne voľných peňažných prostriedkov od otvorených podielových fondov až po priame či nepriame investovanie do akcií a iných cenných papierov na kapitálovom trhu. Nástupom tohto trendu v súčasnosti vzrastá význam informácií o možnom budúcom vývoji kurzov cenných papierov. Jednou z analýz uľahčujúcich investičné rozhodnutia je technická analýza, pomocou ktorej vyhodnocujeme nákupné a predajné signály na burze.

Slovenský kapitálový trh je v porovnaní s okolitými krajinami pomerne malý. Má najnižšiu trhovú kapitalizáciu a objem uzavretých obchodov v stredoeurópskom regióne. Náplňou diplomovej práce preto bude vyhodnotiť prostredníctvom technickej analýzy možnú ziskovosť tohto trhu reprezentovaného burzovým indexom.

Cieľom diplomovej práce je testovať vybrané indikátory technickej analýzy na Slovenskom akciovom indexe pre fázu poklesu trhu.

Práca je rozdelená na tri časti. Prvá časť je zameraná predovšetkým na metodológiu technickej analýzy, jej históriu a využitie v praxi. Obsahuje nie len základné princípy tejto analýzy, ale aj podrobný popis niektorých základných indikátorov vrátane ich matematickej formulácie. V závere kapitoly je venovaná pozornosť aj popisu náhodného vývoja cien finančných aktív, kde nájdeme popis a formuláciu rôznych modelov. V druhej časti diplomovej práce sa nachádzajú základné informácie o kapitálových trhoch všeobecne a tiež o niektorých významných finančných centrách. Najviac priestoru tu je však venovaného práve slovenskému kapitálovému trhu, Burze cenných papierov v Bratislave, a. s. a jej histórii. Taktiež tu je priblížený Slovenský burzový index, jeho výpočet a bázičné tituly. Vývoj indexu SAX je porovnávaný s niektorými indexmi okolitých akciových trhov. Posledná, praktická časť obsahuje samotné výpočty, resp. ich popis a napokon dosiahnuté výsledky.

Všetky zistené informácie sú prehľadne usporiadané v tabuľkách a grafoch doplnené o komentáre. Následne bude v záverečnom zhrnutí interpretovaný celkový výsledok technickej analýzy.

2 Popis metód technickej analýzy a náhodného vývoja cien finančných aktív

V danej kapitole je obsiahnutý stručný prehľad metodológie technickej analýzy, jej princípov a predovšetkým popis jednotlivých indikátorov ako základných nástrojov pre generovanie nákupných a predajných signálov. Hoci technická analýza je najpoužívanejšou metódou predikcie budúceho vývoja kurzu finančných nástrojov, v praxi sa možno stretnúť aj s fundamentálnou či psychologickou analýzou, ktorým bude taktiež venovaná pozornosť. Napokon bude priblížená problematika náhodných procesov, predovšetkým vývoj cien finančných aktív.

2.1 Postavenie a využitie technickej analýzy v praxi

Technická analýza je veľmi aktuálna téma vzhľadom k tomu, že vývoj na kapitálových trhoch je v dnešnej dobe vysoko volatilný a dynamický. V súčasnosti je jej využívanie podstatne jednoduchšie, než tomu bolo kedysi, a to v súvislosti s možným využívaním ľahko dostupnej výpočtovej techniky, vrátane jej grafického a špeciálneho programového vybavenia. Tým bolo takmer úplne odstránené práce zostavovanie potrebných grafov a ich grafické a matematické vyhodnocovanie. Táto analýza zahŕňa praktické, často jednoduché metódy, ktoré dnes používajú analytici vo väčšine svetových bánk a dealerských inštitúcií, rovnako ako ostatní burzovní obchodníci a v neposlednej rade i špekulanti.

Technická analýza je praktizovaná spravidla na dvoch úrovniach. V prvom rade je používaná k analýzam jednotlivých akcií, u ktorých sa predvídajú budúce pohyby ich kurzov a zo širšieho pohľadu slúži k analýzam tržného vývoja akciových trhov, reprezentovaných akciovými indexmi.

Môžeme konštatovať, že technická analýza má pevné a nezastupiteľné miesto v posudzovaní priebehu vývoja kurzov a je minimálne vhodným doplnkom fundamentálnej analýzy burzových obchodov. Aby sme však mohli porovnávať uvedené analýzy, je potrebné ich najskôr definovať.

2.1.1 Podstata technickej analýzy

Podstatou technickej analýzy je zachytávanie vývoja kurzov akcií a burzových indexov formou grafického znázornenia a následnými rozbormi vytvorených grafov zisťovať budúce smery ich ďalšieho vývoja. Táto činnosť je vedená snahou predvídať budúce zmeny kurzových trendov skôr, než skutočne nastanú, pretože pokiaľ dôjde k odhaleniu nového trendu včas, môže investor s potrebným predstihom zadať príkazy na nákup alebo predaj príslušnej akcie. Dlhodobým skúmaním bolo zistené, že v praxi existuje niekoľko druhov trendov, ktoré sa navzájom líšia dobou svojho trvania. Vzhľadom ku skutočnosti, že väčšina technických analytikov sa snaží o odhaľovanie možností, ako dosahovať zisk v krátkom období, je technická analýza považovaná za analýzu krátkodobú.

Cieľom technickej analýzy je teda vyhľadávať nákupné a predajné signály na základe minulého vývoja kurzov a objemu obchodov. Podľa toho, ktoré nástroje sú pri tom využívané, ju možno rozdeliť na

- analýzu grafickú a
- analýzu založenú na technických indikátoroch.

2.1.2 Definícia fundamentálnej analýzy

Fundamentálna analýza vychádza z predpokladu, že cenné papiere majú svoju vnútornú hodnotu, ktorá sa líši od ich aktuálneho kurzu vytvoreného na organizovanom akciovom trhu. Prostredníctvom nej sú potom cenné papiere označované ako nadhodnotené alebo podhodnotené. Vzhľadom ku skutočnosti, že žiadny podnik neexistuje v izolovanom prostredí, je nutné pri skúmaní podniku sledovať i celý systém, ktorého je súčasťou. V rámci fundamentálnej analýzy sa sleduje nie len vývoj makroekonomických veličín, ale aj faktory na odvetvovej a mikroekonomickej úrovni. Tento druh analýzy možno považovať za najkomplexnejší druh akciovej analýzy, ktorý hľadá základné podstatné faktory významne ovplyvňujúce kurz, popri prípade vnútornú hodnotu akcie. Je určená pre dlhodobé investičné rozhodnutia.

2.1.3 Popis psychologickej analýzy

„Psychologická analýza sa opiera o človeka - investora. Skúma, do akej miery jeho vlastnosti, osobnosť, emócie a rozum ovplyvňujú jeho investičné chovanie a rozhodovanie. Základom tejto analýzy je psychológia davu. Z hľadiska psychologickej analýzy je dôležité skúmať, čo vedie investorov k určitým impulzom ako sú predaj alebo nákup. Investori sú

súčasťou investičného publika, vplyvom ktorého je ich správanie značne modifikované, masová psychológia výrazne vplýva na ich rozhodovanie, najmä v krátkom období zmien.

Základným predpokladom a súčasťou stratégie psychologickéj analýzy je významný vplyv psychologických reakcií investorov na tvorbu kurzov akcií. Psychologická analýza akciového trhu je menšinovým prúdom analýzy akciových trhov, nie je teoreticky rozpracovaná v takej miere ako iné analytické postupy, avšak investori bežne na akciových trhoch posudzujú psychologické vplyvy informácií ovplyvňujúcich správanie sa investičného publika.

Najznámejšie stratégie, ktoré sa opierajú o psychologickú analýzu, vychádzajú z teórie davu, ktorú rozpracoval francúzsky sociológ Gustáv Le Bon. Medzi tieto teórie patria napr.:

- Kostolányho investičná stratégia,
- Drasnarova stratégia a
- Keynesova stratégia.¹

2.1.4 Porovnanie technickej a fundamentálnej analýzy

Obe analýzy majú svojich priaznivcov, takže vyhodnotenie poradia výhodnosti môže byť diskutabilné. Technická analýza má uplatnenie predovšetkým pri investovaní v krátkodobých časových úsekoch a vyslovene je určená skôr špekulantom a krátkodobým investorom s horizontom investovania od pár hodín po niekoľko týždňov. Naopak, fundamentálna analýza je vhodná pri rozhodovaní v horizonte niekoľkých mesiacov alebo rokov. Zásadnou výhodou technickej analýzy je jej rýchlosť, ľahká dostupnosť dát, z ktorých sa vychádza a vďaka príslušnému softwaru aj jednoduchosť, čo je presným opakom fundamentálnej analýzy, ktorej vypracovanie je časovo náročné a vyžaduje si pomerne široký okruh informácií. Mnohé podniky na slovenskom kapitálovom trhu však tieto informácie nezverejňujú.

¹ Cikomody [online]. 2010, [cit. 10. novembra 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.cikomody.com/index.php?action=vzdelavanie-psychologicka-analyza>>.

2.2 Pôvod technickej analýzy a jej základné princípy

Pôvod technickej analýzy je starší než pôvod fundamentálnej analýzy. Dôvodom je, ako už bolo naznačené, neochota podnikov poskytovať potrebné výkazy verejnosti a slabé možnosti získavania informácií potrebných pre vyčíslenie makroekonomických prognóz. Jej základy siahajú až do 16. alebo 17. storočia v Japonsku, kde sa používala pre analýzu termínových kontraktov s ryžou. Skutočnú popularitu jej však priniesol až Charles Dow v poslednej štvrtine 19. storočia, ktorý vypracoval známu tzv. Dowovu teóriu.

Následne budú uvedené základné princípy, z ktorých vychádza technická analýza.

- Technickí analytici veria, že všetky druhy vplyvov (ekonomických, politických a pod.) sú obsiahnuté a vyjadrené v kurzoch. Na rozdiel od fundamentálnych analytikov tvrdia, že výkyvy kurzov smerom hore či dole sú odrazom vývoja ponuky a dopytu a teda štúdium vývoja tržných kurzov je všetko, čo je potrebné.
- Druhý princíp hovorí, že kurzy sa vyvíjajú v trendoch, pričom tieto trendy majú určitý stupeň zotrvačnosti. Kurz na trhu stúpa či klesá až sa jeho pohyb v danom smere oslabí, vyšle signál a pohybuje sa potom obvykle v inom trende.
- Tretí princíp hovorí, že vývojové cykly a formácie trhov sa opakujú. Vychádza z ľudskej podstaty reagovať za rovnakých okolností rovnako alebo aspoň obdobne ako v minulosti.²

2.3 Grafické formácie

Ako už bolo spomenuté, grafická analýza spolu s analýzou technických indikátorov tvorí hlavný pilier technickej analýzy. Nasledujúca časť bude venovaná práve grafickej analýze. Ide v podstate o obrazce vyskytujúce sa na grafoch ceny akcie. Analýza grafických formácií spočíva v rozpoznaní konkrétneho obrazca a vyvodenie záveru z jeho existencie. Z tohto hľadiska sa rozlišujú reverzné formácie, ktoré signalizujú zmenu trendu, konsolidačné formácie, ktoré predpovedajú pokračovanie pôvodného trendu po jeho dočasnom prerušení a medzery, ktorých význam môže byť rôzny pre rôzne druhy medzier. Medzi typy formácií možno zaradiť aj trendové línie a kanály a taktiež hladiny podpory a odporu. Grafické formácie sú použiteľné predovšetkým na trhoch s kontinuálnym obchodovaním, kde sa cena akcie, a teda aj objem obchodov vyvíja behom celého dňa. Oproti obchodovaniu iba

² ŘÍHA, J. *Technická analýza cenných papírů*. 1. vyd. Praha: Comenia Nova, 1994. 13. s. ISBN 80-901784-0-5.

s uzatváracou cenou tu graf ceny akcie obsahuje informácie o dennej zahajujúcej, maximálnej, minimálnej a uzatváracjej cene. Na definície jednotlivých grafických formácií sa používajú práve tieto informácie, ktoré sú obsiahnuté v špeciálnych grafoch ako sú napríklad čiarkové, sviečkové alebo point and figure grafy.

Čiarkový graf

V danom grafe sú na vertikálnej osi vynášané hodnoty, na horizontálnej sú obchodné dni. Jedinou zvislou čiarou je vyznačené denné rozpätie, malou vodorovnou vpravo pripojenou čiarkou hodnota denného uzatváracieho kurzu a vľavo pripojenou čiarkou – hodnota denného otváracieho kurzu. Tento typ grafu je najčastejšie používanou formou grafov na rozvinutých trhoch. Jeho výhody vyniknú najmä u kontinuálnych kotácií, kedy poznáme denné maximum a minimum. Príklad čiarkového grafu je uvedený na obrázku 2.1.

Obr. 2.1. Čiarkový graf



Zdroj: vlastné spracovanie

Sviečkový graf

Sviečkový graf pozostáva z tela (sviece reprezentovanej obdĺžnikom), ku ktorému sú uprostred hornej a dolnej horizontálnej strany pripojené knôty. Horné a dolné strany sviečky zodpovedajú otváracjej alebo zatváracjej cene. Určenie, či ide o otváraciu alebo zatváraciu cenu sa rozozná podľa farby vnútra obdĺžnika. Ak je biela, dolná strana zodpovedá otváracjej cene a horná strana zodpovedá zatváracjej cene. Ak je obdĺžnik vyplnený, ceny sú umiestnené opačne. Pri rovnosti zahajujúcej a uzatváracjej ceny je obdĺžnik nahradený úsečkou. Minimálna, resp. maximálna cena je vyjadrená dĺžkou knôtu. Tento typ grafu je znázornený na obrázku 2.2.

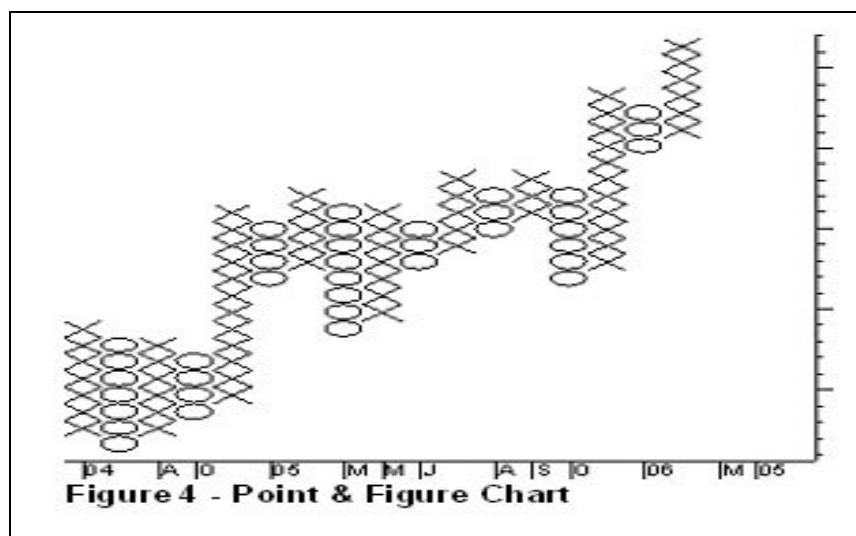
GBPUSD, M15 1.9570 1.9573 1.9567 1.9571

The chart displays a 15-minute candlestick price movement for the GBPUSD pair. A red diagonal line indicates a strong upward trend from approximately 1.9350 to 1.9650. The price follows this trend until about 22:00, after which it begins to fluctuate and shows signs of a reversal, ending near 1.9570.

X-Trader, © 2001-2007 MetaQuotes Software Corp.

Graf Point and Figure

Obr. 2.3. Graf Point and Figure



10

Grafická analýza má však niekoľko nedostatkov. Keďže mnohé obrazce sú si veľmi podobné, a teda vzájomne zameniteľné, rôzni analytici môžu danú situáciu identifikovať odlišne. Táto časť technickej analýzy je teda ovplyvňovaná subjektívnym názorom analytika. Navyše popísané obrazce sú ideály, ktoré v skutočnosti len zriedka vzniknú.

Výsledkom použitia grafických formácií je predikcia budúceho vývoja ceny akcie. Ak je výsledkom očakávania budúceho rastu ceny, môžeme to považovať za signál k nákupu danej akcie a ak je výsledkom očakávania budúceho poklesu ceny, ide o signál k predaji. V súčasnosti sa grafické formácie používajú zriedka. Naopak, oveľa lepšou vypovedacou schopnosťou disponujú technické indikátory, ktorým bude v tejto práci venovaná väčšia pozornosť.

2.4 Technické indikátory

Technický indikátor je funkcia, ktorá pre každý obchodný deň, na ktorom je definovaná, priradí reálne číslo, konštruované na základe znalostí cien alebo objemov konkrétnej akcie do obchodného dňa. Z pohľadu použitých charakteristík obchodov s cennými papiermi sa rozlišujú indikátory cenové, cenovo objemové a objemové. Zvláštnu skupinu tvoria indikátory celkového trhu, ktoré ukazujú, v akom stave sa trh momentálne nachádza. Indikátory sa používajú ako súčasť obchodných systémov, ktoré na základe ich chovania generujú nákupné a predajné signály pre každý obchodný deň.³

Medzi základné indikátory, ktoré sa v tejto oblasti využívajú patria predovšetkým

- kľzavé priemery,
- pásmová analýza,
- oscilátory,
- index dôvery,
- nové maximá a nové minimá,
- anticyklické indikátory.

2.4.1 Kľzavé priemery

Indikátory postavené na kľzavých priemeroch sú najvýznamnejšími a pravdepodobne aj najpoužívanejšími nástrojmi technickej analýzy. Je možné ich použiť na analyzovanie

³ VÍŠKOVÁ, H. *Technická analýza akcií*. 1. vyd. Praha: HZ Systém, 1997. 50. s. ISBN 80-86009-13-0.

celého trhu i jednotlivých akcií. Identifikujeme nimi smer a mieru pohybu kurzov. Podľa ich konštrukcie rozlišujeme šesť typov kľzavých priemerov – jednoduchý, triangulárny, vážený, exponenciálny, variabilný a kľzavá regresia.

Pri hľadaní nákupných a predajných signálov sa porovnávajú kľzavé priemery s aktuálnym kurzom, pričom veľmi dôležitým krokom je určenie ich vhodnej dĺžky. Pri analýze hlavného trendu sa často používa 200 denný kľzavý priemer, analýza strednodobého trendu sa uskutočňuje na základe 50 denného kľzavého priemeru a pre analýzu krátkodobých pohybov sa využívajú iba niekoľkodenné kľzavé priemery. Nákupné a predajné signály sa následne zisťujú na základe jednoduchého grafu, v ktorom je zaznačená krivka vývoja daného kurzu, ako aj krivka kľzavého priemeru za zhodné časové obdobie. Nákupný signál nastáva v situácii, kedy krivka skutočného kurzu pretne kľzavý priemer zdola nahor, naopak, predajný signál nastáva v opačnej situácii. Tento indikátor býva dopĺňovaný indikátorom objemov obchodov. Ak je napríklad vzostup kurzov sprevádzaný vzostupom objemov obchodov, potom je potvrdený i vzostupný pohyb kurzu. Avšak pokles kurzu sprevádzaný slabými objemami obchodov nemá príliš veľký význam.⁴

Jednoduchý kľzavý priemer

Jednoduchý kľzavý priemer je z hľadiska výpočtu najobľúbenejším typom kľzavých priemerov. Je to v podstate aritmetický priemer posledných n pozorovaní, pričom všetky pozorovania majú rovnakú váhu $1/n$, takže indikátor nerešpektuje vek, a teda ani mieru vplyvu jednotlivých dát. Výpočet tohto indikátoru je veľmi jednoduchý a možno ho počítať i bez použitia počítača nasledovne

$$S_t(n) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} a_{t-i} . \quad (2.1)$$

$S_t(n) = S_t(n, a_t)$ = jednoduchý kľzavý priemer dĺžky n v čase t počítaný z ceny akcie a a n znamená dĺžku kľzavého priemeru.

Exponenciálny kľzavý priemer

Exponenciálny kľzavý priemer je formou váženého kľzavého priemeru, lenže váhy nie sú rozdelené lineárne, ale exponenciálne. Najväčšiu váhu majú súčasné dáta, smerom

⁴ REJNUŠ, O. *Teorie a praxe obchodování s cennými papíry*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001. 79. s. ISBN 80-7226-571-7.

do minulosti klesajú. Hlavná výhoda exponenciálneho kĺzavého priemeru oproti všetkým ostatným kĺzavým priemerom spočíva v tom, že berie do úvahy všetky dáta z minulosti. Neobmedzuje sa iba na periódu dĺžky n . Zápis má tvar

$$E_t(n) = \sum_{i=0}^{t-1} \alpha \cdot a_{t-i} + (1 - \alpha) E_t(n) \quad (2.2)$$

Vyššie uvedený vzorec predstavuje explicitne vyjadrenie exponenciálneho kĺzavého priemeru, kde α je vyrovnávací koeficient ($2/(n+1)$), $E_t(n) = E_t(n, a_t)$ je exponenciálny kĺzavý priemer dĺžky n v čase t počítaný z ceny akcie a_t a n je „dĺžka“ kĺzavého priemeru, avšak v tomto prípade určuje výšku vyrovnávacieho koeficientu α .

2.4.2 Pásmová analýza

Pásmová analýza patrí k technikám založených na kĺzavých priemeroch. Jej princíp spočíva v pohybe ceny vzhľadom k určitému pásmu (kanálu). Vystupujú sem teda vždy tri krivky – krivka ceny akcie, horná hranica pásma a dolná hranica pásma. Najprv sa vytvára kĺzavý priemer ceny danej akcie, ktorý je stredom pásma. Šírka pásma nahor a nadol od tohto kĺzavého priemeru je buď konštantná alebo sa mení v závislosti na volatilitě ceny danej akcie. Horná hranica pásma je krivkou odporu, dolná hranica je krivkou podpory pre pohyb ceny akcie. Do pásmovej analýzy možno zaradiť rôzne metódy, napríklad percentuálne pásma, Bollingerové pásma, alebo parabolický systém.

Bollingerové pásma

Na rozdiel od percentuálnych pásiem, sa šírka Bollingerových pásiem mení v závislosti na volatilitě akcií a možno ju ovplyvňovať zadáním násobku smerodajných odchýlok. Všeobecne môže byť pre konštrukciu Bollingerovho pásma použitý ľubovoľný zvolený typ kĺzavého priemeru. Autor indikátoru – John Bollinger – však odporúča použitie práve jednoduchého kĺzavého priemeru. Hranice Bollingerovho pásma možno určiť podľa nasledujúcich vzťahov, kde f_t^h je horná hranica pásma, f_t^d je dolná hranica pásma, k predstavuje parameter určujúci šírku pásma, udáva násobok smerodajnej odchýlky ceny akcie za obdobie dĺžky n . $Std_t(n)$ znamená smerodajnú odchýlku ceny a_t počítanú za obdobie dĺžky n

$$f_t^h = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} a_{t-i} + k \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \left(a_{t-i} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n-1} a_{t-j} \right)^2}, \quad (2.3)$$

$$f_t^d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} a_{t-i} - k \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \left(a_{t-i} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n-1} a_{t-j} \right)^2}. \quad (2.4)$$

2.4.3 Oscilátory

Oscilátory dnes na kapitálovom trhu slúžia mnohým účelom, pôvodne boli ale predurčené k tomu, aby podali jasný obraz trhu. Obvykle sú ľahko zostrojiteľné a možno ich jednoducho interpretovať. Sleduje sa ich trend v danom období, extrémny a divergencia od cien. Najväčšou výhodou oscilátorov je to, že môžu byť použité bez ohľadu, či sa kurzy pohybujú smerom nahor, nadol, alebo sa pohybujú vyslovene v horizontálnom smere.

Oscilátory možno roztriediť celkom do troch základných typov – oscilátory s neštandardizovaným pásmom oscilácie, oscilátory so štandardizovaným pásmom oscilácie a oscilátory využívajúce kľúčové priemery.

Momentum

Oscilátor Momentum je typ oscilátora s neštandardizovaným pásmom oscilácie. Jedná sa o jeden z najjednoduchších oscilátorov, ktorý porovnáva dnešný kurz akcie s jej minulým kurzom, dosiahnutým pred zvoleným počtom obchodných dní. Tým pomáha analyzovať ako cenovú úroveň, tak najmä intenzitu oscilácie kurzu. Môže mať formu absolútnu alebo relatívnu. Absolútny Momentum (vzorec 2.5) vzniká ako rozdiel medzi súčasným kurzom a kurzom pred n obchodnými dňami. Relatívny Momentum (vzorec 2.6) predstavuje pomer súčasného kurzu a kurzu oneskoreného o n obchodných dní. Výsledkom je percento, o ktoré sa tento kurz zmenil za n časových období. Hodnota absolútneho ukazovateľa osciluje okolo nuly a relatívny momentum osciluje okolo hodnoty 100. Nákupný signál nastáva v okamihu prieniku hranice 0 alebo 100 smerom nahor a predajný signál nastáva pri jej prieniku smerom nadol. Oba ukazovatele majú tvar

$$MOM_t(n) = \iota_t - \iota_{t-n}, \quad (2.5)$$

$$MOM_t(n) = \frac{a_t}{a_{t-n}} 100. \quad (2.6)$$

$MOM_t(n)$ znamená cenové momentum dĺžky n v čase t a n je parameter indikátoru udávajúci časovú vzdialenosť medzi dnešnou cenou a porovnávanou cenou.

Rate of Change

Indikátor ROC je obdobou indikátoru Momentum. Udáva relatívnu zmenu dnešnej ceny vzhľadom k cene pred zvoleným počtom obchodných dní. Ide o typ oscilátora so štandardizovaným pásmom oscilácie. Indikátor značíme $ROC_t(n)$

$$ROC_t(n) = \frac{x_t - x_{t-n}}{a_{t-n}} 100. \quad (2.7)$$

Moving Average Convergence Divergence (MACD)

MACD patrí medzi oscilátory využívajúce kľzavé priemery a všeobecne je považovaný za jeden z najspoľahlivejších indikátorov v rámci technickej analýzy. Ide o rozdiel medzi dvoma kľzavými priermi rôznej dĺžky, pričom tento rozdiel môže byť vyjadrený ako číselný – udávajúci kladný či záporný aritmetický rozdiel, alebo môže byť udaný v percentách. Spravidla sa určí ako rozdiel medzi krátkodobým, obvykle 12 denným exponenciálnym kľzavým priemerom a dlhodobým 26 denným exponenciálnym kľzavým priemerom. MACD osciluje okolo nulovej hodnoty podľa zmien akciového trendu, pričom nulová línia predstavujú dlhodobý kľzavý priemer. Rastúci trend je zobrazený hodnotami indikátoru nad nulou, klesajúci trend hodnotami pod nulou. V grafe býva zakreslená čiara stanovenia obchodných signálov tzv. spúšťacia línia, znázorňujúca 9 denný exponenciálny kľzavý priemer. Nákupný signál nastáva v okamihu, keď MACD vzrastie nad svoju spúšťaciu líniu a predajný v opačnej situácii. Signály k nákupu alebo predaju sú tým silnejšie, čím je priesečník spúšťacej línie ďalej od nulovej čiary.

Oproti konštrukcii dvoch alebo viacerých kľzavých priemerov má daný oscilátor tú výhodu, že je na prvý pohľad zrejmá a názorná veľkosť rozdielu oboch priemerov a je možno ľahko a oveľa pohodlnejšie identifikovať okamih priesečníku dlhodobého priemeru s priemerom krátkodobým, pretože je to okamih preťatia nulovej súradnice. Nevýhodou je, že tak ako ostatné indikátory aj tento môže poskytnúť falošné signály k nákupu alebo predaji. Na záver je nutné dodať, že optimálnosť počtov dní uvedených kľzavých priemerov je v našich pomeroch potrebné testovať. Indikátor zapisujeme

$$MACD_t(n_1, n_2) = E_t(n_1) - E_t(n_2). \quad (2.8)$$

$MACD_t(n_1, n_2)$ je indikátor MACD v čase t pre kľzavé priemery $E_t(n_1)$ (12 denný) a $E_t(n_2)$ (26 denný).

Index relatívnej sily

Index relatívnej sily patrí do skupiny oscilátorov so štandardizovaným pásmom oscilácie. Často je mylne zamieňaný s analýzou relatívnej sily, ktorá porovnáva navzájom dve položky väčšinou typu index alebo kurz, avšak s touto analýzou má spoločný iba názov. RSI vyvinul J. Welles Wilder v roku 1978. Bol skonštruovaný k tomu účelu, aby vykompenzoval tri obvyklé nedostatky a chyby ostatných oscilátorov:

- Hodnoty bežných oscilátorov sú často chybne ovplyvňované vývojom minulých dát, a preto môžu byť zavádzajúce.
- Problematické je určiť hornú a dolnú hranicu, ktorej prekročenie je signálom k nákupu a predaju.
- Na výpočet oscilátorov je potrebné použiť dlhé a „husté“ časové rady.

Indikátor RSI je menej citlivý na drobné výkyvy trhu, používa sa skôr ako signál k opusteniu trhu, než ku vstupu do nej. Je výhodný v tom, že eliminuje nezmyselné pohyby zapríčinené chýbajúcimi hodnotami.⁵

RSI je pomerne jednoduchý z hľadiska výpočtu, avšak jeho náročnosť spočíva v interpretácii. Možno ho jednoducho vypočítať podľa nasledujúceho vzťahu

$$RSI_t(n) = 100 - \left(\frac{100}{1 + RS} \right). \quad (2.9)$$

Relatívna sila (*RS*) je podielom priemeru kladných zmien v cene za periódu *n* a priemeru záporných zmien v cene za danú periódu, pričom časové obdobie *n* je nutné prispôbiť charakteru trhu. Všeobecne platí, že ak sa použije pre výpočet menej dní, indikátor bude kolísavejší a bude generovať viac nákupných a predajných signálov, vrátane falošných. J. W. Wilder odporúča 14 denný RSI, ale využívajú sa aj napr. 9 denný alebo 25 denný RSI.⁶

Interpretácia daného oscilátoru môže mať rôzne podoby a možnosti. Spôsob interpretácie je obdobný ako u ostatných typických komplexných oscilátorov. Prakticky sa dá použiť päť i viac spôsobov interpretácie. Prvým spôsobom je interpretácia extrémnych hodnôt. Indikátor sa pohybuje medzi hodnotami 0 až 100. Dosiahnutie týchto hladín nie je signálom k nákupu či predaju, ale len upozornením na blížiacu sa zmenu trendu.

⁵ VÍŠKOVÁ, H. *Technická analýza akcií*. 1. vyd. Praha: HZ Systém, 1997. 70. s. ISBN 80-86009-13-0.

⁶ REJNUŠ, O. *Teorie a praxe obchodování s cennými papíry*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001. 86. s. ISBN 80-7226-571-7.

Za charakteristiku prekúpeného trhu sa považujú hodnoty vyššie než 70 a za charakteristiky prepredaného trhu hodnoty nižšie než 30. Druhým spôsobom interpretácie je využitie poznatkov o formáciách RSI, keďže sú tu často vytvárané najmä formácie typu hlava a ramená, trojuholník, vrcholy, dna apod. Tretí prístup k interpretácii RSI je založený na stanovení hladiny odporu a podpory, ktoré sú niekedy lepšie viditeľné na RSI než v grafe vývoja akciového kurzu. Ďalším pomerne spoľahlivým spôsobom interpretácie RSI je využitie tzv. klesajúcich a rastúcich vln krivky oscilátora, kedy signály k nákupu, resp. k predaju, nastanú v okamihu prekročenia predchádzajúceho dosiahnutého maxima alebo posledného dosiahnutého minima. RSI možno tiež interpretovať aj na základe prieniku úrovne 50 %.

Stochastik

Indikátor stochastik vyvinul Američan G. C. Lane a využívajú ho predovšetkým investori, ktorí sú orientovaní na krátkodobé obchody, pretože ku kvalifikovanému rozhodnutiu je potrebných zhruba 40 až 120 obchodných dní. Základnou filozofiou indikátoru je fakt, že v období rastu kurzu má uzatvárací kurz tendenciu približovať sa k maxime denného rozpätia a v období poklesu kurzu sa približuje k minimálnej hodnote denného rozpätia. Na základe uvedených skutočností je zrejmé, že indikátor možno použiť predovšetkým u cenných papierov, u ktorých sa realizuje kontinuálna kotácia.⁷

U indikátoru stochastik je teda porovnávaná cena akcie v posledný deň periódy dĺžky m vzhľadom k jej obchodnému rozpätiu behom periódy dĺžky m . Pri výpočte sa používajú dve krivky. Jednak je to „rýchla“ krivka označovaná %K a „pomalšia“ krivka hodnôt %D, ktorých údaje sa pohybujú v rozmedzí 0 až 100. Na výpočet %K sa používa nasledujúci vzorec

$$\%K_t(m) = \frac{C_t - \min L_{t-m}}{\max H_{t-m} - \min L_{t-m}} 100\%. \quad (2.10)$$

Symbol m znamená parameter indikátoru udávajúci dĺžku obdobia, v ktorom sa hľadá minimum denných miním a maximum denných maxím, C_t je uzatváracia cena akcie v čase t , L_t je minimálna cena v obchodný deň t a H_t predstavuje maximálnu cenu v obchodný deň t .

Vypočítaná hodnota %K sa využije na výpočet hodnoty %D, čo je v podstate trojdenný jednoduchý kĺzavý priemer. Obe hodnoty sledujeme pomocou grafu. Následne ich

⁷ ŘÍHA, J. *Technická analýza cenných papírů*. 1. vyd. Praha: Comenia Nova, 1994. 70. s. ISBN 80-901784-0-5.

možno interpretovať pomocou analýzy divergencií, a to divergenciou typu bearish a bullish. Divergencia typu bearish nastane vtedy, keď priebeh kurzu dosiahne vrchol, potom sa obráti smerom dole, ale v nasledujúcom priebehu dosiahne vrchol vyšší než predchádzajúci. Súčasne hodnota %D dosahuje podobného priebehu, avšak druhý vrchol je vyšší než prvý. Signál k predaju nastane v okamihu, keď %K pretne %D zhora. Divergencia typu bullish nastane v opačnom prípade, teda ak kurz dosiahne dno a v zapätí sa dno ešte prehĺbi. Zodpovedajúci priebeh indikátoru stochastik v podstate kopíruje priebeh kurzu, pričom druhé dno leží vyššie než prvé.⁸

2.4.4 Index dôvery

Index dôvery vychádza z teórie, že investori na trhu s obligáciami sú schopní rýchlejšie prognózovať zmeny trendu. Technickí analytici sa domnievajú, že zmeny trendu na trhu s dlhopismi predstihujú zmeny trendu na trhu s akciami. Tento indikátor sa teda snaží merať investičný optimizmus prostredníctvom trhu obligácií. Index dôvery je kalkulovaný podľa nasledujúceho vzorca

$$I_D = \frac{V_B}{V_{PK}} 100. \quad (2.11)$$

I_D je index dôvery, V_B je priemerný výnos z najbonitnejších dlhopisov korporácií a V_{PK} je priemerný výnos z dlhopisov korporácií priemernej kvality. Priemerný výnos z najviac bonitných dlhopisov by mal byť vždy nižší než výnos z dlhopisov priemernej kvality, ktoré sú rizikovejšie. Bežne sa I_D pohybuje v rozpätí 80 – 95 %. Ak je budúci ekonomický vývoj posudzovaný optimisticky, investori sú ochotní viac investovať do všeobecne rizikovejších dlhopisov a rozdiel medzi úrokovými mierami rôzne rizikových dlhopisov sa značne znižuje. Hodnota indexu dôvery bude v tomto prípade 95 %. Naopak, pri pesimistickom očakávaní sa tento rozdiel zníži na cca 80 %. Technickí analytici sa zároveň domnievajú, že tento index predbieha zmeny na akciovom trhu o niekoľko mesiacov.⁹

2.4.5 Nové maximá a nové minimá

Jedná sa o indikátor, ktorý sleduje počet akcií s kurzom dosahujúcim nového vrcholu a počet akcií, ktorých kurz dosiahol nové dno. Signálom vzostupného trhu je v tomto prípade

⁸ ŘÍHA, J. *Technická analýza cenných papírů*. 1. vyd. Praha: Comenia Nova, 1994. 71. s. ISBN 80-901784-0-5.

⁹ REJNUŠ, O. *Teorie a praxe obchodování s cennými papíry*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001. 84. s. ISBN 80-7226-571-7.

skutočnosť, že prevažuje počet akcií s novými maximami nad akciami s novými minimami. Analogicky, signálom zostupného trhu je opačná situácia.

2.4.6 Anticyklické indikátory.

Pri konštrukcii anticyklických indikátorov sa vychádza z predpokladu, že úspešný investor by sa mal chovať anticyklicky, čiže nakupovať, keď je kurz najnižší a predávať, keď kurz stúpne. Medzi uvedené indikátory patrí napr. teória neúplných jednotiek obchodovania, krátke (prázdné) predaje, pomer medzi predajnými a kúpnyymi opciami.

2.5 Program MetaStock

Na realizáciu technickej analýzy existuje len úzky výber softwarových prostriedkov. Najrozšírenejším je u nás produkt MetaStock firmy Equis International z USA, ktorý ponúka rozsiahle služby. Umožňuje ukladať, analyzovať a zobrazovať, prípadne tlačit' všetky druhy cenných papierov. Dáta je možné zapisovať do vopred zvolených adresárov ručne, alebo ich importovať z kurzových lístkov burzy po predchádzajúcej konverzii. Do jedného adresára môže byť vložených 255 cenných papierov. História dát s jednotlivými cennými papiermi zobrazuje MetaStock vo forme chartov. Aby ich bolo možné zobrazit' niekoľko na jednu obrazovku, bol vyvinutý systém Layoutov. Program obsahuje 80 rôznych indikátorov a rôzne možnosti ich využívania, ako aj vytvárania vlastných užívateľských indikátorov. Pomocou MetaStocku je ďalej možné vytvárať, testovať a optimalizovať vlastný obchodný systém alebo testovať a následne optimalizovať napr. dĺžku periódy kľzavých priemerov a pod.¹⁰ Dané funkcie tohto softwaru budú využité v diplomovej práci na testovanie indikátorov technickej analýzy na indexe SAX.

2.6 Náhodný vývoj cien finančných aktív

Veličiny, pre ktoré je charakteristický náhodný vývoj v čase možno popisovať náhodnými (stochastickými) procesmi. Stochastickým procesom rozumieme zmeny systému v čase podmienené vplyvom náhodných faktorov. V zásade ho možno popisovať diskkrétne s aplikáciami pri simuláciach alebo spojit' s využitím najmä pri analytickom riešení. Tento náhodný vývoj vyjadrujeme prostredníctvom diferenciálnych rovníc, ktoré obsahujú deterministickú a náhodnú zložku. Deterministický vývoj určujeme prostredníctvom matematických metód, avšak náhodná zložka môže byť vypočítaná len za pomoci

¹⁰ ŘÍHA, J. *Technická analýza cenných papírů*. 1. vyd. Praha: Comenia Nova, 1994. 84. s. ISBN 80-901784-0-5.

štatistických metód a jej pravdepodobnostného chovania. Jedným zo všeobecných typov stochastických procesov, ktorý zahŕňa Wienerove, Brownove a mean-reversion procesy, je Itoov proces. Pre premennú x je definovaný nasledovne:

$$dx = a(x; t) \cdot dt + b(x; t) \cdot dz, \quad (2.12)$$

kde $a(\cdot)$ je parameter trendu, $b(\cdot)$ je smerodajná odchýlka zmeny premennej, dt je časový interval a dz je tzv. špecifický Wienerov proces, ktorý je definovaný takto

$$dz \equiv \tilde{z}_t - \tilde{z}_0 = \tilde{z} \cdot \sqrt{dt}, \quad (2.13)$$

s tým, že náhodná premenná je z normovaného normálneho rozdelenia $\Phi(0;1)$. Okrem toho platí, že stredná hodnota $E(dz) = 0$, rozptyl $\text{var}(dz) = dt$ a smerodajná odchýlka $\sigma(dz) = \sqrt{dt}$. Wienerov proces, ktorý je často označovaný ako špecifický Wienerov proces, je základným prvkom ostatných procesov. Vychádza z dvoch predpokladov:

- sleduje Markovov proces, tzn. predikované ceny sú ovplyvnené iba aktuálnou cenou a nie cenami historickými,
- zmeny cien sú v čase nezávislé.

Ak uvažujeme vývoj náhodnej veličiny v čase za niekoľko intervalov, potom

$$\tilde{z}_t - \tilde{z}_0 = \sum_{i=1}^n \tilde{z} \cdot \sqrt{dt}, \quad (2.14)$$

a z toho možno odvodiť, že

$$E(\tilde{z}_T) = \tilde{z}_0, \text{ var}(\tilde{z}_T) = \sigma^2 \cdot dt = \sigma^2 T, \sigma(\tilde{z}_T) = \sigma \sqrt{T}.$$

Špeciálnymi prípadmi stochastického procesu, ktoré obsahujú všeobecný Wienerov proces sú aritmetický Brownov proces, geometrický Brownov proces, procesy mean-reversion a jump-diffusion.

2.6.1 Aritmetický Brownov proces

Aritmetický Brownov proces je zvláštny prípad všeobecného Itoovho procesu a niekedy tiež nazývaný zovšeobecnený Wienerov proces je definovaný nasledovne,

$$dx = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz. \quad (2.15)$$

Parametre tohto procesu sú konštantné a nezávislé na ostatných premenných. Cena sa teda vyvíja lineárnym trendom,

$$E(dx) = \alpha \cdot dt, E(x_T) = x_0 + \alpha \cdot T, \text{ var}(dx) = \sigma^2 \cdot dt, \text{ var}(x_T) = \sigma^2 \cdot T.$$

Podľa aritmetického Brownovho procesu sa vyvíjajú najmä ceny komodít.

2.6.2 Geometrický Brownov proces

Podľa geometrického Brownovho procesu sa vyvíjajú predovšetkým ceny finančných aktív. Má teda veľké uplatnenie pri finančnom modelovaní. Na rozdiel od aritmetického Brownovho procesu sa v tomto prípade cena vyvíja exponenciálnym trendom, čo možno vyjadriť nasledovne

$$dx = \alpha x \cdot dt + \sigma x \cdot dz. \quad (2.16)$$

Aby sme mohli ľahšie interpretovať jednotlivé parametre aj celkový proces, môžeme upraviť zápis,

$$\frac{dx}{x} = \alpha dt + \sigma dz. \quad (2.17)$$

Parametrom α vyjadrujeme priemerný výnos, spravidla za obdobie jedného roku, σ predstavuje smerodajnú odchýlku za rok a

$$E(dx) = \alpha x dt, E(x_T) = x_0 + x_0 \cdot \alpha \cdot T, \text{var}(dx) = \sigma^2 x^2 dt, \text{var}(x_T) = x_0^2 + x_0^2 \cdot \sigma^2 \cdot T. \quad ^{11}$$

2.6.3 Mean-reversion procesy

V prípade reverzných procesov predpokladáme v dlhších časových úsekoch tendenciu návratu k dlhodobým rovnovážnym hodnotám. Z toho dôvodu býva v mean-reversion modeloch zastúpený parameter pre dlhodobú rovnováhu a rýchlosť približovania hodnôt k dlhodobej rovnováhe. K náhodným veličinám, ktoré sa vyvíjajú podľa uvedeného vzoru patria napríklad úrokové sadzby. Aj procesy mean-reversion patria do všeobecnej kategórie Itoovho procesu, a teda aj obsahujú Wienerov proces. Stochastický proces úrokových sadzieb môžeme popísať viacerými modelmi.

- Vašíčkov model,

$$dr = \kappa(b - r) \cdot dt + \sigma \sqrt{r} \cdot d\tilde{z}. \quad (2.18)$$

Tento model rešpektuje empiricky zistenú vlastnosť úrokových sadzieb, návrat k dlhodobej rovnováhe, b , s parametrom rýchlosti približovania k tejto dlhodobej rovnováhe, κ . Nevýhodou však je, že môže dosahovať i záporných hodnôt, čo nie je vždy realistické.

- Cox-Ingersoll-Rossov (CIR) model,

$$dr = \kappa(b - r) \cdot dt + \sigma \sqrt{r} \cdot d\tilde{z}. \quad (2.19)$$

Model CIR je obdobný ako Vašíčkov, ale stochastická časť obsahuje ďalšieho činiteľa $\sqrt{r_t}$, ktorým je zabezpečená nemožnosť výskytu záporných úrokových sadzieb.

¹¹ ZMEŠKAL, Z. *Finanční modely*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2004. 103. s. ISBN 80-86119-87-4.

Okrem Vašíčkovho modelu a CIR modelu, sa využívajú aj mnohé ďalšie, napríklad Rendleman-Bartterov model, Ho-Leov model, Black-Derman-Toyov model, alebo Hull-Whiteov (HW) model¹².

2.6.4 *Jump-diffusion proces*

Jump-diffusion proces prebieha formou náhodných prudkých zmien hodnôt, teda skokovo. To znamená, že v malom časovom okamihu existuje pravdepodobnosť veľkej výchylky vo vývoji ceny. Dané skoky sú zapríčinené dôležitými informáciami, ktoré vyvolávajú reakciu na trhu, pričom dôjde k silnému vychýleniu kurzu ceny. V modeli jump-diffusion sa výnosy chovajú podľa stochastickej skokovej rovnice, ktorá v sebe zahŕňa skokový parameter. Ten sa riadi Poissonovým procesom, ktorý priraduje každému obdobiu určitú pravdepodobnosť, že na trh príde nová informácia.

Využívame ho pri oceňovaní opcií, alebo pri popisovaní vývoja časovej rady počas rôznych kríz, katastrof a náhodných výkyvov.

¹² ZMEŠKAL, Z. *Finanční modely*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2004. 109. s. ISBN 80-86119-87-4.

3 Popis a história Slovenského akciového trhu

Nasledujúca kapitola je zameraná na akciové trhy predovšetkým na vývoj a históriu Burzy cenných papierov v Bratislave, indexy tejto burzy, najmä slovenský akciový index.

3.1 Svetové akciové trhy

Kapitálový trh je jedným z najdôležitejších prvkov každej zdravej a dobre fungujúcej ekonomiky. Podstatou kapitálového trhu je presun disponibilných zdrojov od investorov k eminentom, avšak tento proces musí prebiehať rýchlo, efektívne, organizovane a s dostatkom informácií. Tieto funkcie, najmä rolu „organizátora“ zaisťujú jednotlivé burzy. Burza je osobitný druh organizovaného trhu, na ktorom kupujúci, predávajúci a spravidla aj sprostredkovatelia (tzv. brokeri, makléri, dealeri a pod.) uskutočňujú obchody istých zastupiteľných objektov alebo práv na tieto objekty, pričom tieto objekty obchodu musia byť kótované a spravidla nie sú fyzicky k dispozícii. Organizovaný trh sa koná pravidelne na určitom mieste a v určitom čase, podmienky obchodov sú štandardizované a celý priebeh obchodovania je pod štátnym alebo medzinárodným dohľadom. Na burzovom trhu prebiehajú obchody podľa burzových zákonov a pravidiel. Stanovujú sa tam aj podmienky pre pripustenie cenných papierov na trh. Jednotlivé obchody prebiehajú na burzovom parkete (prezenčná burza), alebo sa uskutočňujú prostredníctvom počítačového systému (elektronická burza).

Inštitucionálne usporiadanie burzových trhov sa v jednotlivých štátoch výrazne odlišuje, a to najmä z historických, regulátorých, ekonomických a politických dôvodov. Pri určitom zjednodušení môžeme rozlišovať verejné, súkromné a bankové burzy.

Verejné burzy vznikli v období vlády Napoleona I., ktorý ich vytváral ako verejno-právne inštitúcie. Menoval fyzické osoby za burzových sprostredkovateľov, ktorí tak mali monopolné právo sprostredkovať burzové obchody, ale podliehali prísnej regulácii panovníka. Ten stanovoval detailné podmienky obchodovania, ale tiež rozhodoval o pripustení cenných papierov k burzovému obchodu a určoval výšku burzových provízií. Tento model burzy vznikol v krajinách pod historickým vplyvom Napoleona I. (Francúzsko, Belgicko, Španielsko, Taliansko, Grécko a niektoré štáty Latinskej Ameriky). Verejné burzy

sa zachovali až do konca 80. rokov 20. storočia. V súčasnosti dochádza k modernizácii tohto modelu burzy.

Súkromné burzy boli zakladané podnikateľmi, ktorí obchodovali s cennými papiermi a ponúkali burzové členstvo za kúpu burzového „kresla“. Ako samosprávne inštitúcie si samy vytvárajú podmienky a pravidlá, pričom súčasne používajú samoreguláciu. Súkromné burzy sú charakteristické pre anglosaské zeme ako USA, Veľká Británia, Kanada, Austrália alebo Juhoafrická republika.

V štátoch, kde dominuje univerzálny model bankovníctva, prevládajú bankové burzy. Môžu mať charakter buď privátnych, alebo verejno-právnych inštitúcií. Rozhodujúcimi burzovými účastníkmi sú univerzálne banky. Model sa vyskytuje v štátoch s nemeckým vplyvom (Nemecko, Rakúsko, Holandsko, Švajčiarsko a pod.).

V posledných rokoch možno pozorovať postupný proces premeny vlastníckej štruktúry búrz na akciové spoločnosti, ktorý je sprevádzaný realizáciou počiatočných verejných ponúk (IPO) akcií búrz na verejné trhy. Podľa tržnej kapitalizácie sú aktuálne za najväčšie burzy považované Newyorská burza, burza v Tokiu a v Londýne.¹³

3.1.1 New York Stock Exchange (NYSE)

Burzové obchody sa v USA koncentrujú na niekoľkých burzách, z ktorých má NYSE najväčší význam. História Newyorskej burzy siaha až do roku 1792, no v prípade amerického akciového trhu, oveľa zaujímavejšie ako história je jeho „šírka“, teda množstvo súčasne obchodovaných titulov, a hlavne vysoká likvidita. V roku 2002 bola dosahovaná tržná kapitalizácia na úrovni viac než 11 biliónov USD. Na burze v New Yorku sú obchodované najväčšie svetové akciové spoločnosti ako napr. General Electric, Exxon, Citigroup alebo Coca-cola. Aktuálne je na nej kótovaných približne 2500 spoločností. Medzi jej najvýznamnejšie indexy patria Dow Jones Industrial Average (DJIA), Standard and Poor's 500 (S&P 500) a NYSE Composite index. Index DJIA je všeobecne najznámejším akciovým indexom sveta. Bol vytvorený Charles H. Dowom v roku 1896 a pôvodne ho tvorilo dvanásť amerických priemyslových akcií. Od roku 1928 má 30 komponentov. Ide o americké

¹³ MUSÍLEK, P. *Trhy cenných papírů*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2002. 47. s. ISBN 80-86119-55-6.

priemyslové, mediálne, finančné a technologické blue-chips, ktoré reprezentujú asi pätinu tržnej kapitalizácie všetkých amerických spoločností a asi štvrtinu kapitalizácie NYSE.¹⁴

3.1.2 Tokyo Stock Exchange

V Japonsku existuje celkovo päť búrz cenných papierov (Tokyo Stock Exchange, Osaka Securities Exchange, Nagoya Stock Exchange, Kyoto Stock Exchange, Sapporo Stock Exchange), pričom najväčší význam má práve Tokijská burza, kde sa realizuje okolo 80 % všetkých burzových obchodov s cennými papiermi. Je v nej zaregistrovaných približne 2000 japonských aj zahraničných spoločností. Reprezentatívnymi indexmi sú indexy TOPIX, avšak pre hodnotenie výkonnosti Tokijskej burzy sa využíva index Nikkei 225.

3.1.3 London Stock Exchange

Počiatky Londýnskej burzy siahajú do 17. storočia. Vznikla zlúčením britských búrz, neskôr sa z nej však vyčlenila Dublinská burza. V London Stock Exchange je v súčasnosti registrovaných 2800 spoločností z celého sveta. Burza je reprezentovaná indexom FTSE 100, ktorý predstavuje 100 spoločností z Veľkej Británie s najväčšou trhovou kapitalizáciou, ktoré sú kótované na Londýnskej burze cenných papierov.

3.2 Slovenský kapitálový trh

Slovenský kapitálový trh je diametrálne odlišný od svetových akciových trhov. Tento neporovnateľne malý a slabo rozvinutý trh vznikol iba pred dvoma desaťročiami v súvislosti s kupónovou privatizáciou, ktorá mala pre neho nepriaznivé následky. Konkrétne sa vznik kapitálového trhu na Slovensku datuje od doby vzniku burzy cenných papierov, resp. jej spustenia. V čase, kedy sa začali formovať rozhodujúce vlastnícke štruktúry jednotlivých spoločností, dosahovali obchody na burze pomerne dobré výsledky. Pre toto obdobie bol charakteristický prudký nárast hodnoty akcií, čo sa odrazilo aj v historicky najvyšších hodnotách Slovenského akciového indexu. Následne sa však situácia zmenila a nastal prudký pokles hodnôt akcií s dopadom na pokles počtu obchodov. Počas niektorých dní neboli dokonca zaznamenané žiadne obchody. Stagnácia do určitej miery pretrváva stále. Dodnes sa s akciami umiestnenými na burze obchoduje len veľmi málo. Za čiastočné oživenie trhu v roku 2010 možno považovať emisie lyžiarskeho holdingu Tatry mountains resorts, a. s. a hotelového holdingu Best hotel properties, a. s. Ďalším impulzom bolo prevádzanie

¹⁴ Miras [online]. 2010, [cit. 3. februára 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.miras.cz/akcie/indexy-dow-jones.php>>.

bezpečných akcií do Fondu Národného majetku z dôvodu zavádzania poplatkov Centrálnemu depozitáru cenných papierov SR, a. s. od 1. 1. 2011, no napriek tomu k výrazným zmenám nedošlo. Slovenskému kapitálovému trhu chýba dostatočná likvidita a výkonnosť. Investorom neponúka široký výber investičných nástrojov, či už na uzatváranie obchodov alebo zaisťovanie pozícií. Nízka likvidita pôsobí negatívne na prípadných investorov, ktorí by chceli umiestniť investície na primárnom trhu, kvôli obave, že na nelikvidnom trhu nebude možné s investičnými nástrojmi obchodovať. Objem kapitálu je na slovenskom trhu zanedbateľný a trhovú kapitalizáciu aktív obchodovaných na trhu je extrémne nízka. Slovenský kapitálový trh je preto jeden z najmenších v Európe. Dominuje tu najmä obchodovanie so štátnymi dlhopismi (dlhové cenné papiere tvoria takmer 99 % celkového finančného objemu) a rozvíjajú sa iba otvorené podielové fondy. (Objem spravovaného majetku vo fondoch rastie a tiež je zabezpečený legislatívny rámec pre ochranu investora a pravidlá pre kontrolu činnosti správcovských spoločností zo strany bánk, vykonávajúcich funkciu depozitára.)

Úlohu kapitálového trhu plnia v slovenskom finančnom systéme banky a niektoré nefinančné inštitúcie. Ide teda o úverový typ finančného systému. Výsledkom situácie na slovenskom kapitálovom trhu je, že väčšina investícií do akcií slovenskými investormi je uskutočňovaná na burzách v susedných štátoch. Výkonnosť týchto búrz je znázornená v tabuľke 3.1. (Tabuľka zachytáva údaje týkajúce sa iba akciového trhu.)

Tab. 3.1. Porovnanie výkonnosti búrz v strednej Európe k 31. 12. 2009

	Počet emisíí	Trhová kapitalizácia v mld. eur	Objem obchodov v mld. eur za rok 2009	Počet transakcií
Bratislava	172	3,614	3,000	1 557
Budapešť	46	21,093	18,957	3 349 838
Praha	25	31,265	17,472	1 571 767
Varšava	486	105,157	38,819	13 274 986
Viedeň	115	79,511	36,449	5 067 313

Zdroj: www.fese.be

Na základe informácií v tabuľke možno spomedzi uvedených búrz zaradiť Burzu cenných papierov v Bratislave ohľadom výkonnosti na posledné miesto. Slovenský akciový trh má najmenšiu nie len trhovú kapitalizáciu, ale aj objem obchodov a počet transakcií.

Rozvinutejšie trhy ako český a maďarský sú navzájom porovnateľné vzhľadom na svoju veľkosť aj výkonnosť, aj keď maďarský trh je o niečo volatilnejší a transparentnejší. Najvyspelejším kapitálovým trhom disponuje práve Poľsko, kde v roku 2009 prebehlo až 13 274 986 obchodov a trhovú kapitalizácia dosiahla 105,517 mld. eur. Burza vo Viedni s trhovou kapitalizáciou 79,511 mld. eur je v tomto prípade na predposlednom mieste.

3.2.1 Vznik Burzy cenných papierov v Bratislave a vývoj burzových indexov

Vývoj burzy začal v Slovenskej republike 14. 12. 1990 rozhodnutím ministra financií SR o ustanovení Burzy cenných papierov v Bratislave, a. s. Oficiálnym zápisom do Obchodného registra (15. 3. 1991) zahájilo obchodovanie 6. apríla 1993. Činnosť burzy sa riadi burzovými pravidlami, pri ktorých formovaní sa vychádzalo zo skúseností fungujúcich európskych a svetových búrz a z legislatívy platnej v Slovenskej republike.

BCPB je akciová spoločnosť, ktorej činnosť je riadená najmä podľa zákona č. 429/2002 Z.z. o burze cenných papierov v znení neskorších predpisov, ostatnými právnymi predpismi a Burzovými pravidlami BCPB. Podstatnú časť jej akcií vlastní Fond národného majetku SR, a to necelých 76 percent. Zvyšok akcií je roztrieštených medzi väčší počet spoločností. BCPB funguje na členskom princípe, čo znamená, že priamo uzatvárať burzové obchody môžu len jej členovia, príp. Národná banka Slovenska.¹⁵

Aby bolo umožnené efektívne vysporiadávanie cenných papierov v zaknihovanej podobe, bola uzatvorená zmluva medzi BCPB a Strediskom cenných papierov SR dňa 30. 6. 1993. Dnes už na činnosť SCP SR nadviazal Centrálny depozitár cenných papierov SR. Približne o rok neskôr bolo zahájené on-line obchodovanie na BCPB. Začiatkom roka 1995 vstúpila burza do medzibankového zúčtovacieho styku, čím sa začalo komplexné zabezpečovanie zúčtovania a vysporiadávania uzavretých obchodov v súlade s novými Pravidlami zúčtovania a vysporiadania, ktoré prijala burzová komora 10. júna 1994.

So vznikom burzy bol spojený aj vznik Slovenského akciového indexu – SAX. Ten bol zavedený 21.3.1994 a nahradil dovtedy používaný index CAX s bázičným dňom 14.9.1993. Počiatočná hodnota indexu bola k 14.9.1993 100 bodov. Index odzrkadľuje len

¹⁵ *Burza cenných papierov v Bratislave* [online]. 2010, [cit. 16. novembra 2010]. Dostupné z WWW: <http://www.bcpb.sk/Content/SK/Burza/Zakladne_info.htm>.

vývoj na BCPB, pričom do 30.6.2001 bol postavený na priemerných cenách uvedených v kurzových lístkoch. S platnosťou od 1.7.2001 sa oficiálna denná hodnota vypočítava a zverejňuje na základe záverečných kurzov bázičných titulov. Pri tvorbe metódy kalkulácie indexu bolo požiadavkou zabezpečiť jej flexibilitu, čím by bola zabezpečená možnosť zmeny zastúpenia jednotlivých akciových titulov v indexe a ich počtu podľa toho, ako sa mení ich obchodovateľnosť, alebo v prípade, že by na kapitálový trh vstúpila nová spoločnosť. Index musel niekoľko krát podliehať revízii jednotlivých komponentov, najmä v dôsledku zmeny majiteľov alebo bankrotu spoločností. Rovnako sa prijali pravidlá, ktoré okrem iného určujú, že maximálna váha jedného titulu v indexe nesmie byť väčšia, ako 30%.¹⁶ 1.10.1996 bol zavedený aj Slovenský dlhopisový index – SDX, ktorý bol dvojzložkový – prvá zložka zahŕňala štátne dlhopisy (SDXs) a druhá dlhopisy spoločností (SDXp). Jeho počiatočná hodnota bola 100 %. Keďže tento index už časom nespĺňal kritériá vierohodného meradla vývoja trhu kvôli jeho všeobecnej formulácii ako aj používania zastaraných metód výpočtu jeho ukazovateľov, bola v roku 2004 vytvorená nová skupina indexov SDX Group. Jej cieľom bolo predstavenie novej metodológie indexu a posilnenie kurzotvornej funkcie slovenského kapitálového trhu. 1.10. 2005 BCPB ukončila publikovanie pôvodného indexu SDX.

3.2.2 *Burzové obchody*

Na burze je možné uzatvárať kurzotvorné obchody, priame, repo obchody a členovia tiež môžu na burze realizovať (povinnú) ponuku na prevzatie spoločnosti. K uzavretiu kurzotvorného obchodu v EBOS-e (elektronický burzový operačný systém) dochádza spárovaním objednávky na kúpu a objednávky na predaj. Kurzotvorné obchody môžu členovia uzatvárať v nasledujúcich moduloch EBOS-u: modul aukčného obchodovania, modul kontinuálneho obchodovania, modul obchodovania s tvorcami trhu a modul blokového obchodovania. V prípade priamych obchodov sa na základe dohody predávajúceho a kupujúceho člena cena aj objem stanovuje vopred, pričom obe strany sa navzájom poznajú. Repo obchod zasa predstavuje predaj cenných papierov za hotovosť s dohodou o ich spätnom nákupe k určitému dátumu v budúcnosti za vopred stanovenú cenu. Každý repo obchod zodpovedá prevodu cenných papierov a spätnému prevodu, ktorým sú cenné papiere rovnakého druhu a množstva prevedené na účet pôvodného majiteľa.

¹⁶ Traders [online]. 2010, [cit. 16. novembra 2010]. Dostupné z WWW: <http://www.traders.cz/burzy_a_jejich_systemy/najvyznamnejsie_burzove_indexy_a_ich_historia.html>.

3.3 Výpočet Slovenského akciového indexu

Ako už bolo spomenuté, slovenský akciový index je oficiálnym indexom BCPB. SAX patrí ku kapitálovo váženým indexom, ktorým porovnávame trhovú kapitalizáciu vybraného súboru akcií s trhovou kapitalizáciou toho istého súboru akcií k referenčnému dňu. Odzrkadľuje celkovú zmenu majetku spojenú s investovaním do akcií zaradených do indexu. Znamená to, že okrem zmien cien index zahŕňa aj dividendové príjmy a príjmy súvisiace so zmenami veľkosti akciového kapitálu, t.j. s rozdielom medzi aktuálnou trhovou cenou a upisovacou cenou nových akcií. Jeho oficiálna denná hodnota sa s platnosťou od 1. 7. 2001 vypočítava a zverejňuje na základe záverečných kurzov bazických titulov. Hodnota indexu SAX sa vyčísľuje podľa nasledujúceho vzťahu,

$$SAX_{act} = \frac{\sum_i P_i^{act} \cdot G_i}{\sum_i P_i^I \cdot G_i \cdot F_i} \cdot 100, \quad (3.1)$$

kde F_i je opravný faktor pre i -tu akciu, P_i^{act} je záverečná cena i -tej akcie k danému dňu, P_i^I predstavuje záverečnú cenu i -tej akcie k referenčnému dňu (14. 9. 1993) a G_i znamená počet akcií i -tej spoločnosti k danému dňu. Táto formula je flexibilná a umožňuje meniť zastúpenie jednotlivých spoločností v indexe a tiež ich počet podľa toho, ako sa mení obchodovateľnosť, resp. vstup novej spoločnosti na kapitálový trh. Ak dôjde k zmene zloženia indexu, opravné faktory budú nastavené tak, aby index s novým zložením kontinuálne pokračoval vo vývoji indexu s predchádzajúcim zložením.¹⁷

3.4 Váhy bazických titulov indexu SAX

Akciový index vo všeobecnosti je štatistická metóda merania pohybu cien vybraných akcií kótovaných na burze. Slovenský akciový index odráža vývoj kurzov akcií piatich obchodných spoločností a dvoch bánk.

Best Hotel Properties, a. s. (SRA)

Spoločnosť BHP má v indexe najväčšie zastúpenie. Jej akcie boli uvedené na burzu v septembri 2009 v partnerstve s poradenskými spoločnosťami Wood & Company a HVS. BHP je jedna z najväčších verejne obchodovateľných spoločností investujúcich do hotelového

¹⁷ Burza cenných papierov v Bratislave [online]. 2010, [cit. 16. novembra 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.bsse.sk/Obchodovanie/Indexy/IndexSAX.aspx>>.

priemyslu v regióne strednej a východnej Európy. Základné imanie spoločnosti je vo výške 350,25 mil. eur.

Tatry mountain resorts, a. s. (SKI)

Ide o najväčší subjekt v oblasti cestovného ruchu na Slovensku, ktorý vlastní a prevádzkuje lyžiarske strediská a hotely v oblasti Vysokých a Nízkych Tatier. Jej zastúpenie v indexe SAX je viac ako 20 %. Tatry mountain resorts, a. s. spolu s Best Hotel Properties, a. s. sú v súčasnosti najviac obchodované tituly na BCPB.

Všeobecná úverová banka, a. s. (VUB)

VÚB je v súčasnosti druhá najväčšia banka na Slovensku. Bola založená 1. 1. 1990 a jej najväčším vlastníkom je talianska banková skupina Intesa Sanpaolo. Jej podiel v indexe taktiež presahuje 20 %.

Slovnaft, a. s. (SLN)

Slovnaft, a. s. je rafinérsko-petrochemická spoločnosť, ktorá okrem výroby, skladovania, distribúcie a veľkoobchodného predaja výrobkov z ropy disponuje najväčšou maloobchodnou sieťou v rámci Slovenskej republiky, zameranou na predaj motorových palív a mazív a na poskytovanie širokej škály služieb motoristom. Jej váha v indexe SAX je takmer 15 %.

OTP Banka Slovensko, a. s. (OTP)

OTP banka je zastúpená v indexe necelými 13 percentami. Väčšinu jej akcií vlastní maďarská banka OTP Bank Nyrt. Jej služby sú poskytované prostredníctvom 71 pobočiek.

Slovenské energetické strojárne, a. s. (SES)

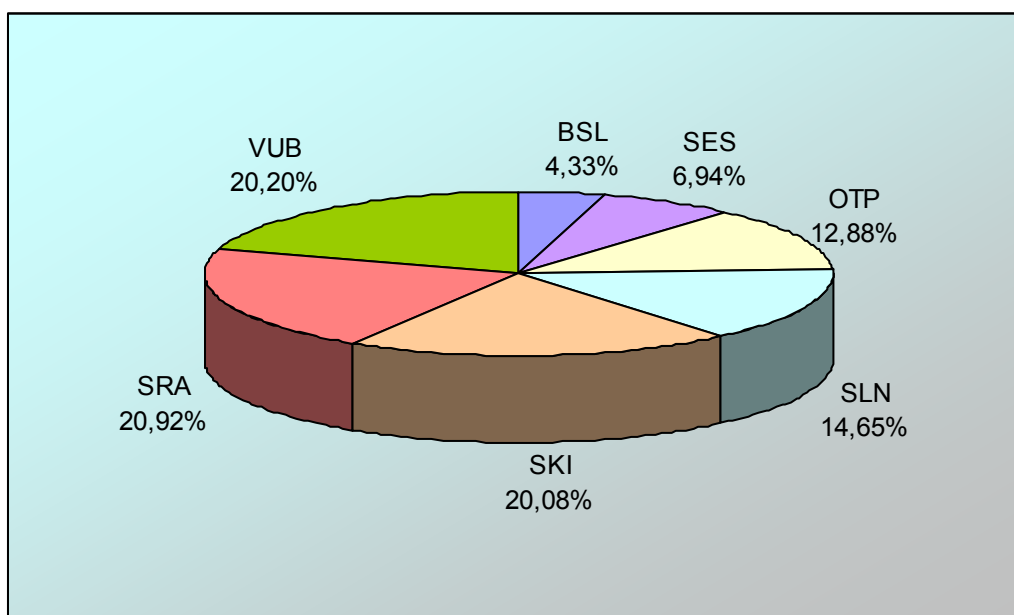
Ide o spoločnosť so sídlom v Tlmačoch, ktorá patrí medzi významných dodávateľov kotlov pre elektrárne, teplárne a spaľovne. Podiel jej akcií v indexe je necelých 7 %.

Biotika, a. s. (BSL)

Biotika je jedným z najdôležitejších stredoeurópskych výrobcov v oblasti biotechnologického a farmaceutického priemyslu. Jej akcie sa podieľajú na indexe SAX štyrmi percentami.

Váhy jednotlivých spoločností sú uvedené v obrázku 3.1.

Obr. 3.1. Váhy základných titulov indexu SAX

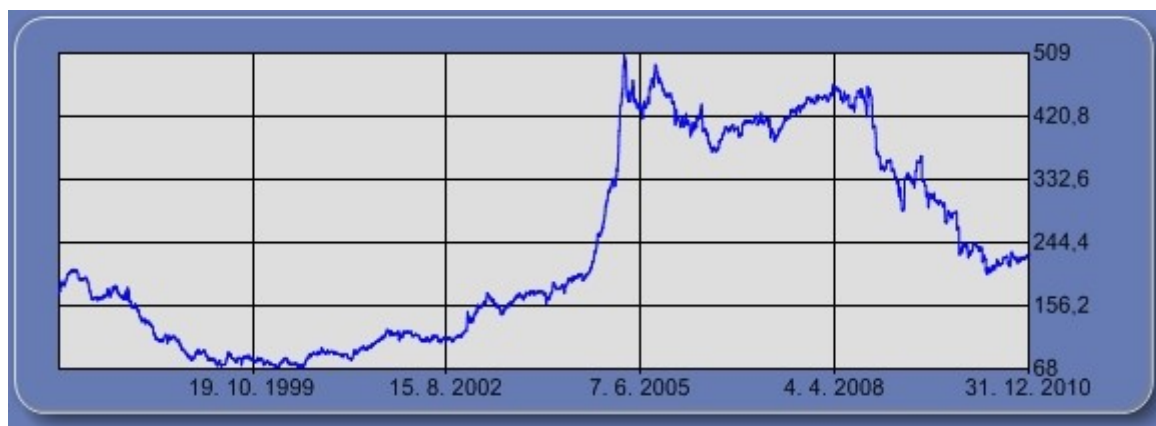


Zdroj: www.bcpb.sk

3.5 Vývoj slovenského akciového indexu

Ako už bolo spomenuté, index SAX bol zavedený 21. 3. 1994 a jeho počiatočná hodnota bola 100 bodov. Celkový vývoj v rokoch 1997 – 2010 je zachytený na obrázku 3.2.

Obr. 3.2. Vývoj indexu SAX od 1.1. 1997 do 1.1. 2011



Zdroj: www.bcpb.sk

V priebehu nedávnej histórie došlo k viacerým zvratom, napr. prudký nárast jeho hodnoty v prvej polovici roku 2005 na viac ako 500 bodov. Konkrétne 14. marca dosiahol svoje absolútne maximum 507,98 bodov. Pod mimoriadne vysoké tempo rastu v priebehu tohto obdobia sa podpísali všetky základné tituly s výnimkou Nafty. Najväčšími ťahúňmi

indexu boli predovšetkým Slovnaft a VÚB. V nasledujúcich rokoch index osciloval okolo hodnoty 420 bodov, no koncom roku 2008 začal postupne klesať a v súčasnosti sa dostal približne na úroveň polovice svojej vtedajšej hodnoty.

Nakoľko bude v diplomovej práci aplikovaná technická analýza na Slovenský akciový index pre fázu poklesu trhu, rozhodujúce obdobie pre výpočet parametrov a simuláciu náhodného vývoja indexu SAX bolo zvolené obdobie 14. 10. 2008 – 14. 10. 2010. Vývoj indexu v tomto období je zaznačený na obrázku 3.3. Sledované obdobie je poznačené finančnou krízou a s tým súvisiacou ekonomickou recesiou.

Obr. 3.3. Vývoj indexu SAX od 14. 10. 2008 do 14. 10. 2010



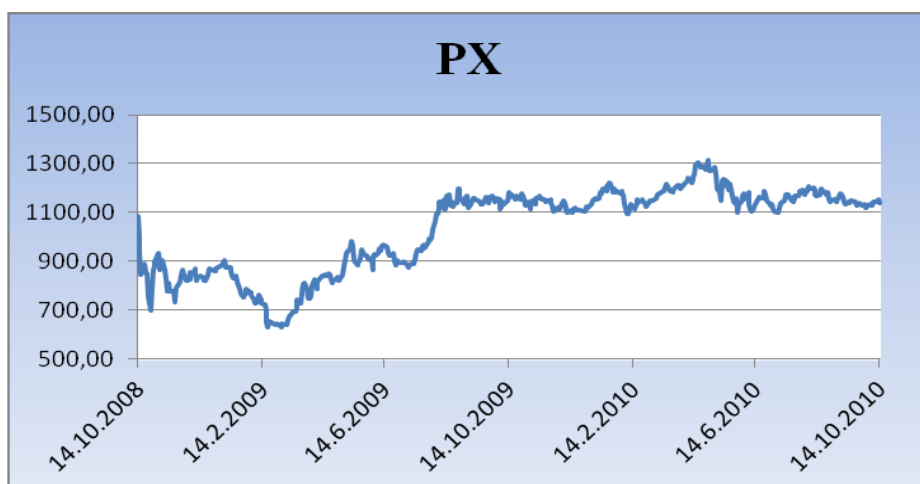
Zdroj: www.bcpb.sk

3.6 Vývoj indexov vybraných stredoeurópskych búrz

Pre porovnanie ďalej uvedieme vývoj akciových indexov vybraných stredoeurópskych búrz za obdobie 14. 10. 2008 – 14. 10. 2010. Konkrétne pôjde o Pražský index (viď obr. 3.4.), Maďarský akciový index (viď obr. 3.5.) a Rakúsky akciový index (viď obr. 3.6.).

Účelom je graficky zachytiť celkový trend na porovnateľných trhoch a pomocou koeficientov korelácie posúdiť možnú závislosť vývoja medzi jednotlivými indexmi a indexom SAX. Na základe toho potom lepšie priblížime situáciu na slovenskom akciovom trhu.

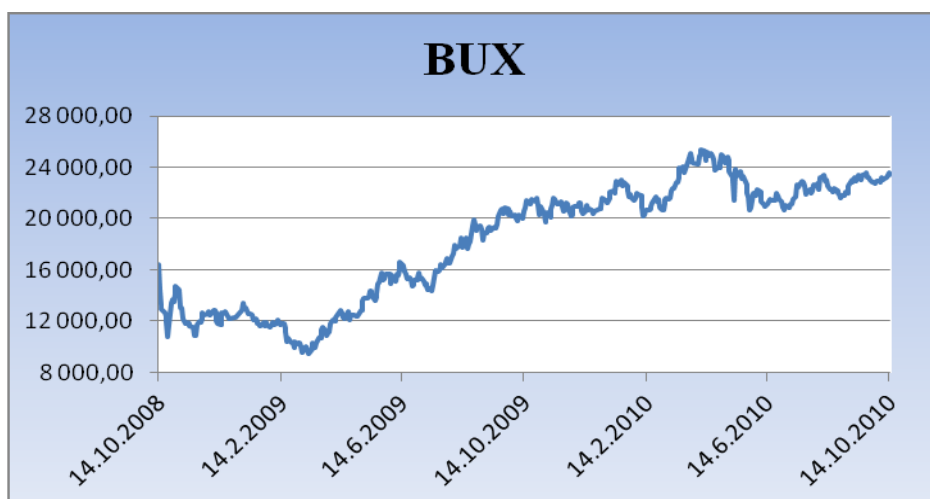
Obr. 3.4. Vývoj indexu PX za obdobie od 14. 10. 2008 do 14. 10. 2010



Zdroj: www.bcpp.cz

PX predstavuje na Burze cenných papierov Praha cenový akciový index blue chip emisií. Počiatočný dátum pre jeho výpočet je 5. 4. 1994 s tým, že prevzal históriu indexu PX50. K tomuto dátumu bola zostavená báza 50 emisií, nastavená na hodnotu 1000,0 bodov. V súčasnosti jeho báza obsahuje iba 15 titulov. Index sa prepočítava každých 15 sekúnd¹⁸.

Obr. 3.5. Vývoj indexu BUX za obdobie od 14. 10. 2008 do 14. 10. 2010



Zdroj: www.bet.hu

¹⁸ Burza cenných papierov Praha [online]. 2010, [cit. 13. apríla 2011]. Dostupné z WWW: <
<http://www.bcpp.cz/dokument.aspx?k=Burzovni-Indexy>>.

Index BUX je oficiálny index blue chip akcií kótovaný na Burze cenných papierov v Budapešti. Prvý krát bol zostavený už 2. 1. 1991 s počiatkovou hodnotou 1000 bodov a aktuálne zahŕňa 13 titulov¹⁹.

Obr. 3.6. Vývoj indexu ATX za obdobie od 14. 10. 2008 do 14. 10. 2010



Zdroj: www.wienerbourse.at

Rakúsky akciový index Viedenskej burzy cenných papierov bol zavedený taktiež 2. 1. 1991 s počiatkovou hodnotou nastavenou na 1000 bodov. V súčasnosti sa však pohybuje na podstatne nižšej hladine než index BUX, ale v porovnaní s hore uvedenými indexmi je najviac volatilný²⁰.

Tab. 3.2. Korelačná matica indexov SAX, PX, ATX a BUX

	SAX	PX	ATX	BUX
SAX	1			
PX	-0,76	1		
ATX	-0,68	0,95	1	
BUX	-0,85	0,96	0,93	1

Zdroj: vlastné prepočty

¹⁹ Burza cenných papierov v Budapešti [online]. 2010, [cit. 13. apríla 2011]. Dostupné z WWW: < http://www.bet.hu/topmenu/piacok_termek/indexek/index/bux.html >.

²⁰ Viedenská burza [online]. 2010, [cit. 13. apríla 2011]. Dostupné z WWW: < <http://www.indices.cc/indices/details/atx/facts/> >.

Kvôli porovnaniu Slovenského akciového indexu s indexmi okolitých akciových trhov bola zostavená korelačná matica (viď tab. 3.2.), pre ktorej výpočet boli použité kurzy uvedených indexov z obdobia 14. 10. 2008 – 14. 10. 2010. Najsilnejšia kladná závislosť sa vyskytuje v prípade vývoja indexov Burzy cenných papierov Praha a Viedenskej burzy cenných papierov, ktorá je jej väčšinovým vlastníkom. Podobá závislosť funguje aj vo vzťahu týchto trhov s maďarským akciovým trhom. Výnimkou je iba slovenský akciový trh, ktorý sa vyvíja opačne (teda za uvedené obdobie bol zaznamenaný stály pokles kurzu), v porovnaní s ostatnými trhmi, ktoré vykazovali počas prvých štyroch mesiacov pokles a následne rastúci trend. Koeficienty korelácie pre index SAX majú preto zápornú hodnotu, pričom Slovenský akciový index s indexom BUX vytvára silnú závislosť a s indexmi ATX a PX len miernu.

4 Aplikácia a porovnanie výhodnosti vybraných indikátorov technickej analýzy na Slovenskom burzovom indexe

Pri aplikácii technickej analýzy neplatí zásada, že čím viac indikátorov analytik použije, tým lepší a spoľahlivejší výsledok získa. Pre jednotlivé akcie, či indexy je nutné použiť rôzne indikátory technickej analýzy, ktoré tiež závisia aj od aktuálneho trendu vývoja kurzu. Pri kombinácii nesprávne zvolených indikátorov v nesprávnom čase by totiž mohlo dôjsť k protichodným signálom, ktoré neposkytnú potrebné informácie pri investovaní. Preto musíme zvážiť, ktoré indikátory treba použiť v danom čase, ktoré z nich budú prioritou pri konkrétnej investícii a aké parametre indikátorov zvoliť. Aby sme posúdili, ktoré z vybraných druhov indikátorov sú najvhodnejšie pre technickú analýzu indexu SAX pre fázu poklesu trhu, budeme testovať kvalitu ich vypovedacej schopnosti a optimálne parametre.

4.1 Odhad parametrov vývoja indexu SAX

Testovanie indikátorov technickej analýzy bude konštruované na simulovaných dátach, pričom pre simuláciu náhodných scenárov je nevyhnutné určiť parametre vývoja náhodného procesu. V prípade Slovenského akciového indexu sme vychádzali z predpokladu, že jeho kurz sa vyvíja podľa Vašíčkovho procesu. Budeme teda postupovať podľa procesu mean reversion. Pre výpočet bude použitých 499 uzatváracích kurzov v rozmedzí od 14. 10. 2008 do 14. 10. 2010. Po vyčíslení parametrov budeme testovať ich významnosť, na základe ktorej stanovíme, či sa jedná o zvláštne prípady všeobecného Vašíčkovho procesu, ktorými môže byť aritmetický Brownov proces, geometrický Brownov proces, alebo špecifický Wienerov proces.

Nakoľko časová rada uvedených hodnôt indexu SAX vykazovala trend, bolo nutné tieto hodnoty zlogaritmovať. Pri odhade parametrov Vašíčkovho modelu sme vychádzali zo vzťahu

$$\ln I_t = \ln I_{t-1} + \iota \cdot (b - \ln I_{t-1}) \cdot \Delta . \quad (4.1)$$

Na základe výsledkov regresnej analýzy (príloha č. 1) možno konštatovať, že Slovenský akciový index sa vyvíja podľa Wienerovho procesu. Tento fakt potvrdzuje nevýznamnosť oboch parametrov.

4.2 Simulácia indexu SAX

Pre simulovanie hodnoty Slovenského akciového indexu bol na základe výpočtu zvolený Wienerov proces, podľa ktorého bolo nasimulovaných 1000 scenárov možného vývoja. Každý scenár obsahuje 252 krokov, ktoré reprezentujú burzové dni. Smerodajná odchýlka činí 1,64 % a dĺžka jedného kroku má výšku $\Delta t = \frac{1}{252}$. Počiatočná hodnota indexu 223,11 je hodnota zo 14. 10. 2010. Všeobecne možno postup simulácie zapísať

$$I_t = I_{t-1} \cdot \exp(\sigma \cdot \tilde{z} \cdot \sqrt{\Delta t}), \quad (4.2)$$

kde \tilde{z} je náhodná veličina z normovaného normálneho rozdelenia $\Phi(0;1)$, ktorú sme získali pomocou generátora pseudonáhodných čísel.

Jednotlivé nasimulované scenáre boli rozdelené na 4 časti a prevedené do grafickej podoby (viď prílohu č. 2).

4.3 Testovanie indikátorov technickej analýzy na Slovenskom burzovom indexe

Nasledujúca časť diplomovej práce je zameraná na testovanie parametrov vybraných indikátorov technickej analýzy pomocou funkcie MetaStocku System Tester. Výber optimálnych parametrov bude závislý od maximálneho zisku indikátora, avšak zisk bude posudzovaný aj vzhľadom k riziku investície. K jednotlivým indikátorom bude stanovených 5 najziskovejších parametrov, pričom ku každej variante bude vytvorený graf s rozdelením pravdepodobnosti výnosov a tiež prepočet niektorých štatistických charakteristík.

Pre analyzovanie indexu SAX boli vybrané nasledujúce indikátory: Relative Strength Index (RSI), Bollinger Bands (BB), Moving Average Convergence Divergence (MACD), Exponential moving average (EMA) a Rate Of Change (ROC). Pri optimalizovaní parametrov bola do testovacieho systému zadaná možnosť vstupu iba do long pozície s počiatočným kapitálom 100 000 peňažných jednotiek. Poplatky pri vstupe do long pozície sú totožné poplatkom z jej uzavretia a sú nastavené na úrovni 0,1 % z danej transakcie. Ak na základe testovania indikátorov nevyplynie v danom okamihu signál ku vstupu do pozície, kapitál je úročený sadzbu na peňažnom trhu vo výške 3 %. Pokiaľ sa však objaví signál k nákupu, dôjde k presunu týchto peňažných prostriedkov z peňažného trhu a otvorí sa long pozícia, ktorá pretrváva až kým sa v rámci analýzy nevyskytne signál k výstupu z tejto pozície. Následne sa peňažné prostriedky presúvajú opäť na peňažný trh. Na základe nastavenia analýzy sa

posledný obchodný deň uzavrujú všetky otvorené long pozície. Uvedenej analýze bude podrobený každý scenár zvlášť.

Samotná optimalizácia indikátorov zahŕňa nahradenie niektorých súčastí pravidiel obchodovania premennými „OPT“ a potom stanovenie rozsahu hodnôt, v ktorom by sa mali premenné OPT líšiť. MetaStock potom uskutoční niekoľko testov pri nahradzovaní premenných OPT hodnotami, ktorých rozsah si určíme. Každý obchodný systém môže mať až 10 optimalizačných premenných a taktiež 5 „stop-signálov“. Tie sa používajú k uzavretiu dlhých a krátkych pozícií a sú založené na ziskoch alebo stratách z danej pozície. Pokiaľ je stop-signal spustený, je uzavretá pozícia bez ohľadu na súčasný stav pravidiel pre obchodovanie.²¹ V tomto prípade stop-signály neboli zadávané.

4.3.1 Index relatívnej sily (RSI)

Ako už bolo uvedené v kapitole 2.4.3, u daného indikátora sú sledované kladné a záporné zmeny za dané časové obdobie. Výsledný indikátor je nanášať do grafu, ktorého hodnoty sa pohybujú v rozmedzí od 0 do 100. V grafe sú dané ešte dve horizontálne línie obvykle na úrovni 30 a 70. Presiahnutie týchto línií indikátorom znamená signál k nákupu alebo predaju. V rámci optimalizácie je možné vyhodnocovať nielen časové obdobie, za ktoré sledujeme odchýlky pri zafixovaných horizontálnych liniách 30 a 70, ale aj tieto línie. V našom prípade budeme optimalizovať všetky tri parametre, aby sme našli tú najziskovejšiu kombináciu. Obchodovanie prebieha podľa nasledujúcich podmienok

- vstup do long pozície: CROSS (RSI (OPT1), OPT2), (4.3)

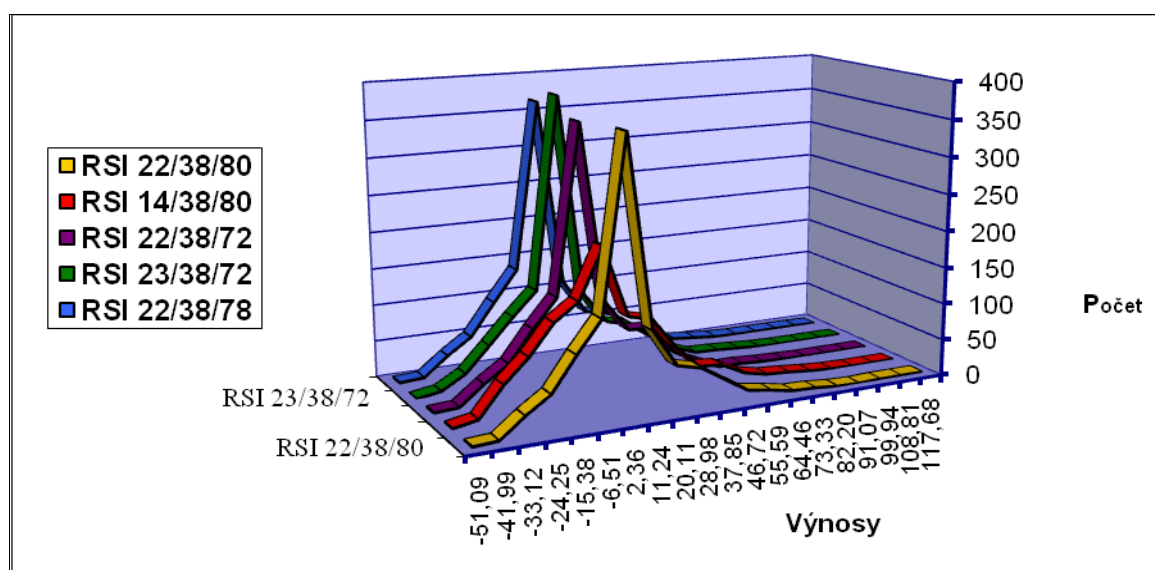
- výstup z long pozície: CROSS (OPT3, RSI (OPT1)), (4.4)

- rozsah hľadaného parametra: $10 < \text{OPT1} < 25$, s krokom 1,
 $24 < \text{OPT2} < 38$, s krokom 2,
 $68 < \text{OPT3} < 80$, s krokom 2,

kde OPT1 je optimálna časová perióda, OPT2 je spodná hranica, OPT3 je hľadaná horná hranica, RSI je preddefinovaný indikátor a CROSS () znamená funkciu prekročenia danej hodnoty. Výsledky optimalizácie sú zachytené na obrázku č. 4.1.

²¹ MetaStock – uživatelská příručka. Brno: Moneco, 1994. 304. s.

Obr. 4.1. Funkcia hustoty výnosov 5 najlepších indikátorov RSI



Graf s funkciou hustoty výnosov je tvorený 20 intervalmi reprezentovanými ich strednou hodnotou. Rozdelenie počtosti je súčasťou prílohy č. 3.

Tab. 4.1. Podrobné výsledky optimalizácie RSI

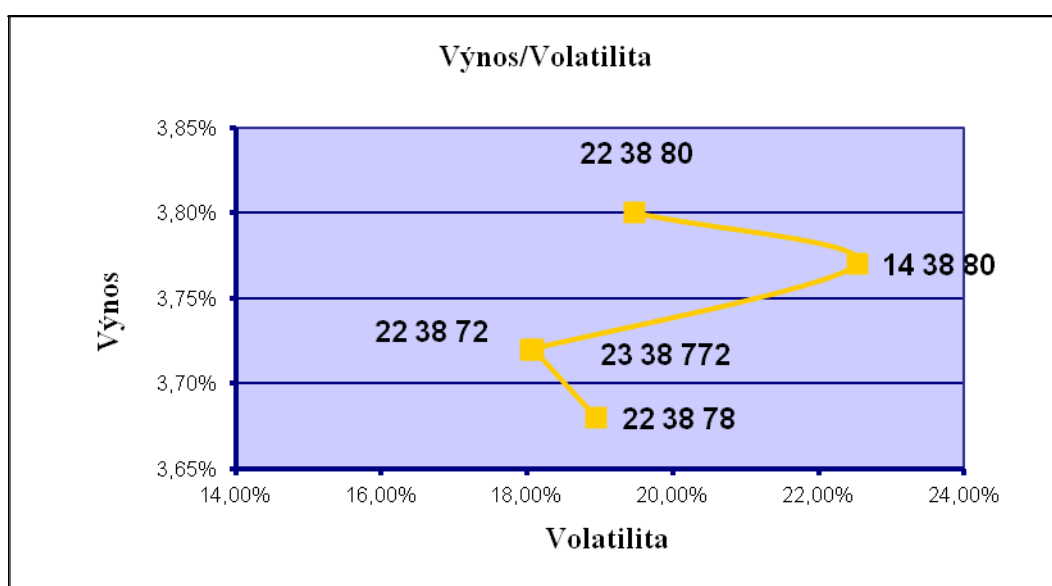
Poradie ziskovosti	1.	2.	3.	4.	5.
Optimálne parametre	22 38 80	14 38 80	22 38 72	23 38 72	22 38 78
Priemerný výnos	3,80%	3,77%	3,72%	3,72%	3,68%
Minimálny výnos	-51,09%	-53,64%	-51,09%	-45,18%	-51,09%
Maximálny výnos	117,42%	90,55%	80,81%	80,81%	104,83%
Volatilita	19,47%	22,53%	18,06%	18,09%	18,96%
VaR	28,23%	33,29%	25,98%	26,04%	27,50%
Šikmosť	1,030	0,587	0,466	0,637	0,841
Špicatosť	3,285	0,544	1,031	1,320	2,427

Tab. 4.1 zachytáva konkrétne charakteristiky rozloženia pravdepodobnosti výnosov. Najziskovejší je indikátor RSI s 22 dennou periódou s hranicami na úrovni 38 a 80. Stredná hodnota výnosov je síce najvyššia spomedzi jednotlivých indikátorov, avšak výnos 3,8 % nie je postačujúci na tak rizikovú investíciu. U všetkých 5 indikátorov možno zhodnotiť, že približne 20 percentná volatilita je príliš „vysoká daň“ za výnos, ktorý nedosahuje ani 4 percentá. Ani napriek tomu, že maximálny výnos môže byť až 117 %, nie je vhodné investovať do tohto finančného nástroja vzhľadom na nepriaznivé rozloženie hustoty

výnosov. Oveľa pravdepodobnejšie, než maximálny výnos, je záporná hodnota výnosu. K tomuto tvrdeniu nadväzuje aj alarmujúca hodnota value at risk u každého zo sledovaných indikátorov.

Aby sme mohli teoreticky posúdiť optimálny pomer výnosu a rizika reprezentovaného volatilitou, je potrebné naniesť hodnoty do grafu vyjadrujúceho túto závislosť. Krivka so zakreslenými hodnotami by mala vykazovať konkávny tvar, nakoľko so zvyšujúcim sa výnosom rastie aj riziko. Výsledky spomínanej závislosti sú na obr. 4.2.

Obr. 4.2. Závislosť výnosu a rizika u RSI



Z obrázku je zrejmé, že z hľadiska pomeru medzi výnosom a rizikom majú význam iba indikátory RSI 22 38 72 a RSI 22 38 80. Indikátor RSI 22 38 72 je vhodný pre rizikovo averzného investora, nakoľko je menej rizikový a s indikátorom RSI 22 38 80 je spojené väčšie riziko, ktoré je „vykúpené“ zároveň vyšším ziskom. Je vhodnejší pre investora so sklonom k riziku. Ostatné indikátory RSI sú zanedbateľné.

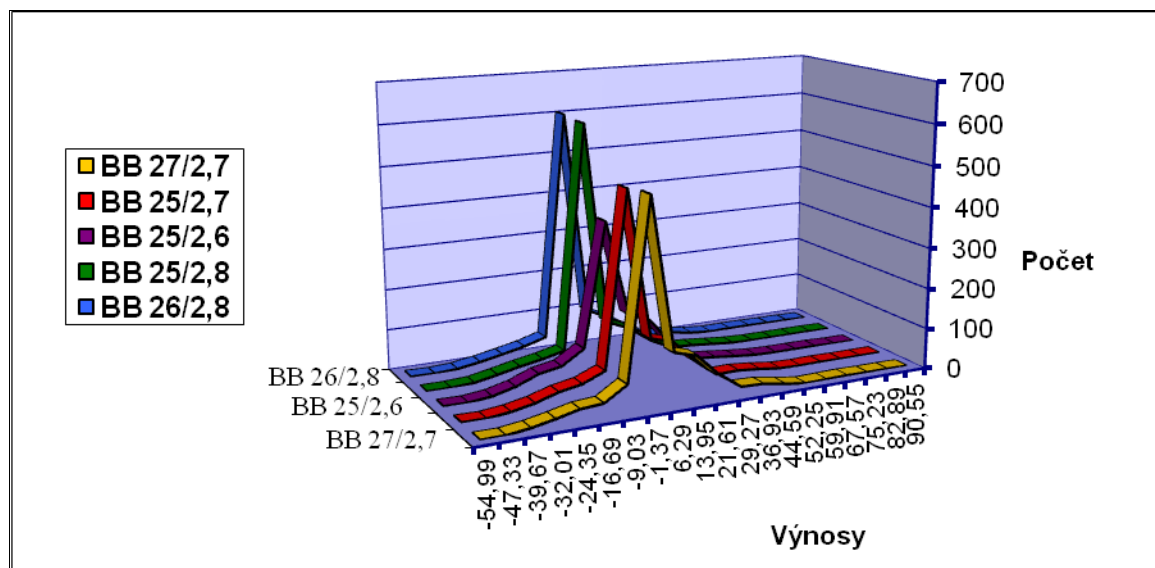
4.3.2 Bollingerove pásma (BB)

Bollingerove pásma sa vytvárajú okolo kľavého priemeru ceny indexu v závislosti na jej volatilitate. Šírka pásiem sa určuje násobkom smerodajnej odchýlky, ktorý bude pomocou MetaStocku optimalizovaný. Pre testovanie indexu SAX bude použitý jednoduchý kľavý priemer, ktorého perióda bude taktiež optimalizovaná. Celková analýza vyplýva z nasledujúcich rovníc

- vstup do long pozície: $\text{CROSS}(C, \text{BBandBot}(C, \text{OPT1}, S, \text{OPT2}))$, (4.5)
- výstup z long pozície: $\text{CROSS}(C, \text{BBandTop}(C, \text{OPT1}, S, \text{OPT2}))$, (4.6)
- rozsah hľadaného parametra: $25 < \text{OPT1} < 30$, s krokom 1,
 $2 < \text{OPT2} < 3$, s krokom 0,1;

kde C je zatváracia cena indexu, OPT1 predstavuje periódu jednoduchého kĺzavého priemeru, OPT2 znamená násobok smerodajnej odchýlky. Výsledky optimalizácie sú znázornené v tabuľke 4.2., grafické rozdelenie pravdepodobnosti výnosov na obrázku 4.3, ktorej početnosti sú zhrnuté v prílohe č. 4.

Obr. 4.3. Funkcia hustoty 5 najlepších indikátorov BB



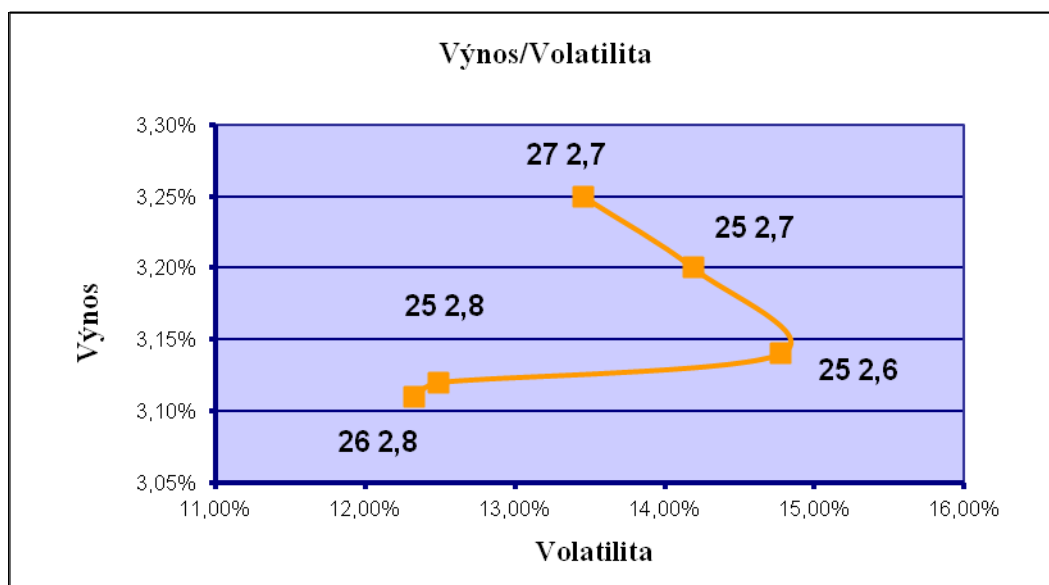
Indikátor BB sa od ostatných analyzovaných indikátorov odlišuje práve vysokou koncentráciou výnosov okolo strednej hodnoty, ktorá je z grafu rozdelenia pravdepodobnosti výnosov evidentná. Tento fakt potvrdzuje aj výpočet koeficientu špicatosti tohto rozdelenia. Dôsledkom daného javu je aj nižšia hodnota smerodajnej odchýlky a hodnoty VaR.

Tab. 4.2. Podrobné výsledky optimalizácie BB

Poradie ziskovosti	1.	2.	3.	4.	5.
Optimálne parametre	27/2,7	25/2,7	25/2,6	25/2,8	26/2,8
Priemerný výnos	3,25%	3,20%	3,14%	3,12%	3,11%
Maximálny výnos	79,87%	90,61%	72,59%	82,40%	82,40%
Minimálny výnos	-43,21%	-54,99%	-54,99%	-43,21%	-54,99%
Volatilita	13,45%	14,19%	14,77%	12,49%	12,32%
VaR	18,88%	20,14%	21,15%	17,42%	17,16%
Šikmost'	0,516	0,754	0,398	0,962	0,904
Špicatost'	3,892	4,995	2,654	6,231	6,759

Najmenej ziskový je indikátor BB 26 dennou periódou jednoduchého kľzavého priemeru a 2,8 násobkom smerodajnej odchýlky. Najziskovejší je BB s periódou 27 dní a s 2,7 násobkom smerodajnej odchýlky. S indikátorom je spojená stredná hodnota výnosov 3,25 %, ktorá aj napriek nižšej volatilitě (v porovnaní s indikátorom RSI), ani zďaleka nepripomína optimálny pomer rizika a výnosu. Ako u predchádzajúceho indikátora, opäť platí, že nízky výnos nie je adekvátny príslušnému riziku, a preto by prípadná investícia nebola vhodná. Teoreticky však môžeme zhodnotiť závislosť výnosu a rizika u jednotlivých 5 najziskovejších indikátorov pomocou obrázku 4.4.

Obr. 4.4. Závislosť výnosu a rizika u BB



Varianty riešenia jasne vyplývajú z grafu. Najmenej ziskový a najmenej rizikový je v tomto prípade indikátor BB 26 2,8, ktorý je vhodnejší pre investora s averziou k riziku. Možným riešením je aj indikátor BB 25 2,8 o stotinu percenta ziskovejší a 18 stotín percenta rizikovejší a napokon indikátor BB 27 2,7, ktorý je vhodnejší pre investora so sklonom k riziku. Oproti BB 26 2,8 je výnosnejší o 14 stotín percenta s rizikom vyšším o 1,13 %. Zvyšné dva indikátory sú z pohľadu pomeru výnosu a rizika zanedbateľné.

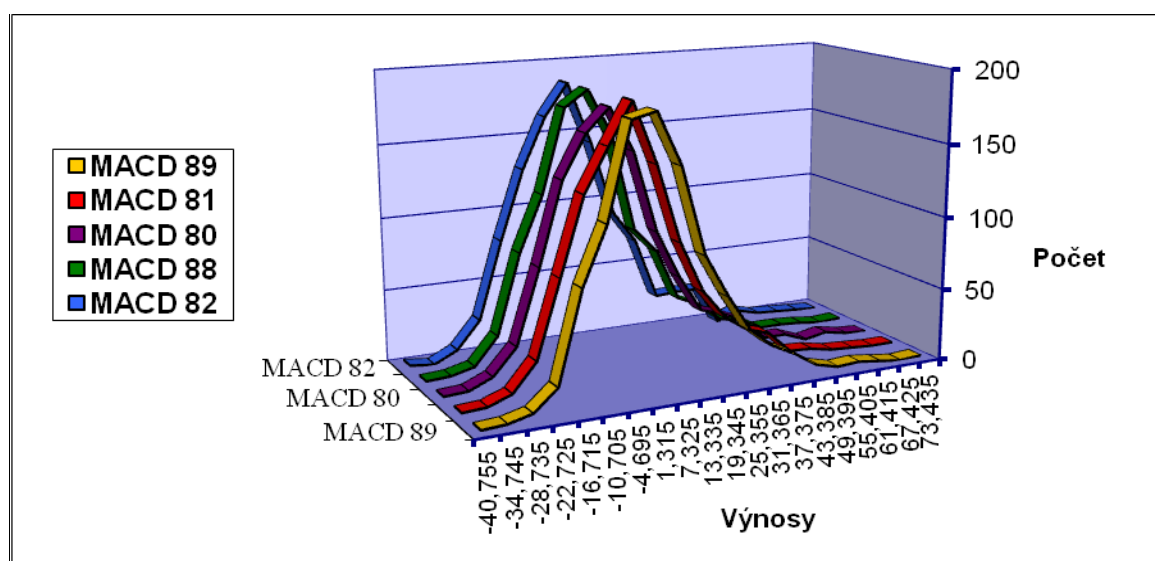
4.3.3 *Moving Average Convergence Divergence (MACD)*

Indikátor MACD je v podstate rozdiel medzi krátkodobým a dlhodobým kĺzavým priemerom. Obvykle sa odporúča používať rozdiel 26 denného a 12 denného exponenciálneho kĺzavého priemeru, avšak v prípade simulovaných dát Slovenského akciového indexu v takomto rozmedzí dosahuje veľmi nízku výnosnosť. Preto boli do optimalizačného kritéria zvolené oveľa vyššie hodnoty

- vstup do long pozície: $MACD () > MOV (MACD (), OPT1, E),$ (4.7)
- výstup z long pozície: $MACD () < MOV (MACD (), OPT1, E),$ (4.8)
- rozsah hľadaného parametra: $80 < OPT1 < 95$, s krokom 1,

kde $MACD ()$ je krivka vytvorená z exponenciálnych kĺzavých priemerov, E predstavuje typ kĺzavého priemeru a $OPT1$ je hľadaná časová perióda pre indikátor MACD. Rozsah hľadaného parametra bol nastavený na vyššie hodnoty z dôvodu extrémne malej ziskovosti dosahovanej s krátkodobým rozdielom exponenciálneho kĺzavého priemeru. Pre pomery slovenského akciového trhu je optimálny podstatne vyšší počet dní, než pre zahraničné trhy. Výsledky analýzy sú opäť znázornené na obr. 4.5. z ktorého vyplýva, že v prípade indikátora MACD je maximálna strata nižšia ako u predchádzajúcich indikátoroch, ale taktiež klesli aj maximálne výnosy. Údaje o početnosti k uvedenému grafu sú v prílohe č. 5.

Obr. 4.5. Funkcia hustoty 5 najlepších indikátorov MACD



V prípade najziskovejších indikátorov MACD sa rozloženie pravdepodobnosti výnosov navzájom veľmi nelíši. Minimálne rozdiely v hodnotách šikmosti, špicatosti, volatility a ďalších charakteristík sú zrejmé aj z tabuľky 4.3.

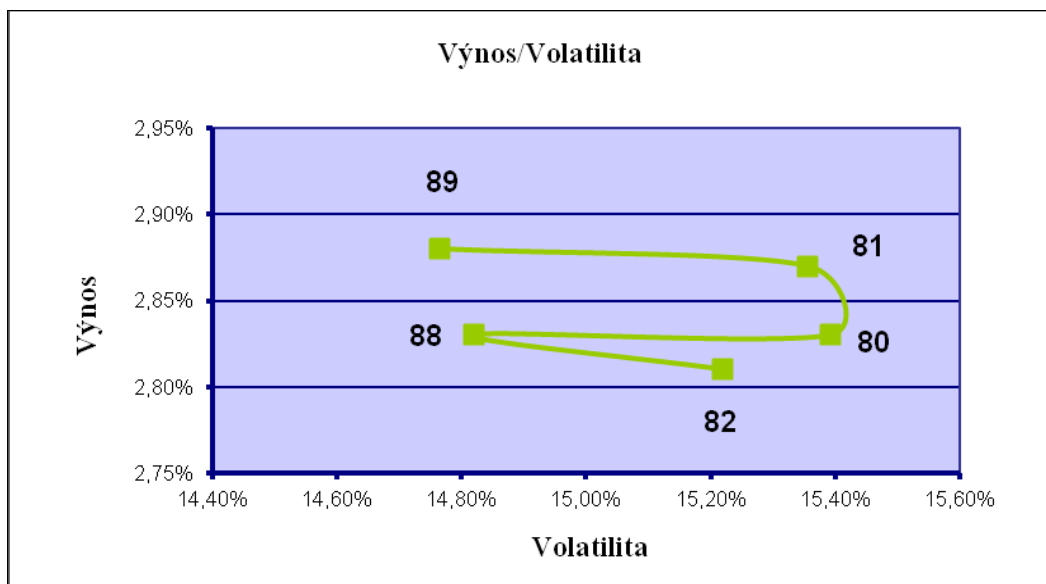
Tab. 4.3. Podrobné výsledky optimalizácie MACD

Poradie ziskovosti	1.	2.	3.	4.	5.
Optimálne parametre	89	81	80	88	82
Priemerný výnos	2,88%	2,87%	2,83%	2,83%	2,81%
Maximálny výnos	73,34%	70,74%	70,74%	73,34%	70,74%
Minimálny výnos	-38,01%	-40,76%	-40,76%	-38,01%	-40,76%
Volatilita	14,76%	15,36%	15,39%	14,82%	15,22%
VaR	21,40%	22,39%	22,49%	21,55%	22,22%
Šikmost'	0,817	0,799	0,796	0,800	0,777
Špicatosť	1,395	1,176	1,134	1,308	1,098

Priemerný výnos sa u 5 najziskovejších indikátoroch pohybuje v rozmedzí 2,81 % až 2,88 %. Tu je nutné skonštatovať, že výnos z investície do Slovenského burzového indexu je opäť nižší ako úroková sadzba na peňažnom trhu. Navyše volatilita u jednotlivých indikátoroch dosahuje v priemere približne 15 %. V takomto prípade sa vôbec neodporúča orientovať podľa indikátora MACD, resp. najlepšie by bolo nechať voľné peňažné prostriedky úročiť úrokovou sadzbou peňažného trhu. Pre doplnenie výsledkov analýzy bol

vyhodnotený aj vzťah medzi výnosom a volatilitou jednotlivých indikátorov, ktorý je znázornený na obrázku 4.6.

Obr. 4.6. Závislosť výnosu a rizika pre indikátor MACD



Okrem vykazovaných minimálnych výnosov nie je u indikátora MACD dodržaný ani vzťah medzi výnosom a rizikom. Paradoxne platí u niektorých variant spojenie nízkeho výnosu a vysokého rizika. Z tohto pohľadu by teoreticky mal význam iba indikátor MACD 89 s najvyšším výnosom a zároveň najnižším rizikom.

4.3.4 Exponenciálny kľzavý priemer

Exponenciálny kľzavý priemer je váženým priemerom s exponenciálne rozdelenými váhami, kde tú najvyššiu váhu majú súčasné dáta. Ide o jeden z najjednoduchších indikátorov, kedy sa optimalizuje iba jeho časová perióda. Vychádzame z rovníc

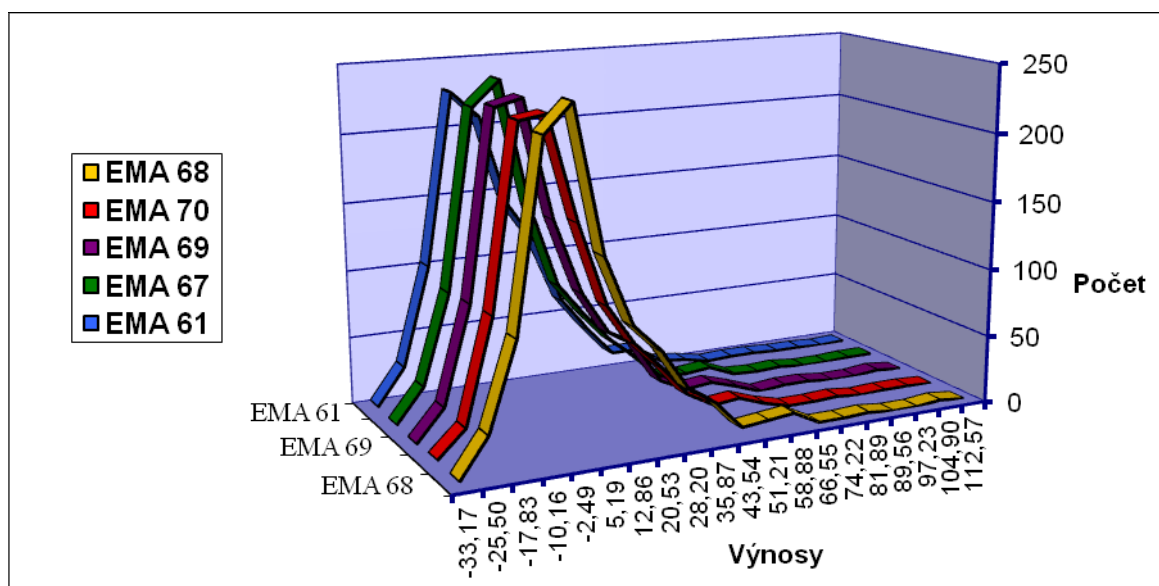
$$\text{- vstup do long pozície: } C > \text{MOV}(C, \text{OPT1}, E), \quad (4.9)$$

$$\text{- výstup z long pozície: } C < \text{MOV}(C, \text{OPT1}, E), \quad (4.10)$$

$$\text{- rozsah hľadaného parametra: } 10 < \text{OPT1} < 70, \text{ s krokom } 1,$$

kde MOV je kľzavý priemer, E predstavuje typ kľzavého priemeru, C je zatváracia cena a OPT1 nahrádza hľadanú časovú periódu. Výsledkom optimalizácie je 5 najziskovejších indikátorov EMA na obrázku 4.7. Rozdelenie početnosti do intervalov je súčasťou prílohy č. 6.

Obr. 4.7. Funkcia hustoty 5 najlepších indikátorov EMA



Aj v prípade exponenciálneho kľzavého priemeru sú funkcie hustoty výnosov u najziskovejších indikátorov veľmi totožné. Konkrétne hodnoty ich charakteristík sú uvedené v tabuľke 4.4.

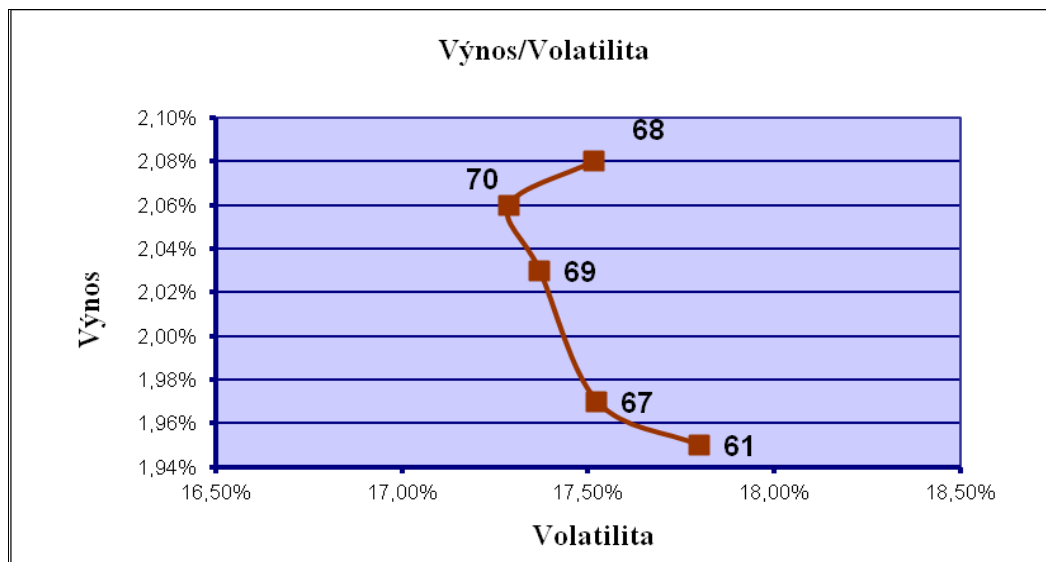
Tab. 4.4. Podrobné výsledky optimalizácie EMA

Poradie ziskovosti	1.	2.	3.	4.	5.
Optimálne parametre	68	70	69	67	61
Priemerný výnos	2,08%	2,06%	2,03%	11,97%	1,95%
Maximálny výnos	102,54%	101,29%	101,29%	109,57%	112,49%
Minimálny výnos	-33,17%	-32,34%	-31,88%	-32,60%	-32,62%
Volatilita	17,52%	17,29%	17,37%	17,52%	17,80%
VaR	26,73%	26,38%	26,54%	16,85%	27,32%
Šikmost'	1,416	1,429	1,436	1,471	1,476
Špicatost'	3,460	3,505	3,553	3,832	3,959

Z výsledných hodnôt je zjavné, že ani exponenciálny kľzavý priemer, ktorý bol optimalizovaný v rozmedzí od 10 do 70 dennej periódy neposkytuje optimálne výsledky. Pritom najziskovejší indikátor je EMA 68 s rizikom 17,52 % poskytuje výnos iba 2,08 %. V tomto prípade je záver podobný ako u predchádzajúceho indikátora MACD. Výhodnejšia investícia je opäť na peňažnom trhu, než investícia do indexu SAX. Aj napriek nízkemu

výnosu bude z teoretického hľadiska určený vzťah medzi výnosom a rizikom u každej z najziskovejších variant.

Obr. 4.8. Závislosť výnosu a rizika pre indikátor EMA



Z obrázku 4.8. je zrejmé, že iba indikátory EMA 70 a EMA 68 sa vyznačujú primeraným vzťahom medzi výnosom a rizikom, pričom rizikovo averzný investor by volil variantu EMA 70 a investor so sklonom k riziku – EMA 68. Ostatné indikátory EMA sú z tohto pohľadu zanedbateľné.

4.3.5 Rate of Change (ROC)

Indikátor udáva, v akej fáze sa práve nachádza trh, čiže zisťuje či sa jedná o prepredaný alebo prekúpený trh. Určuje teda, kedy možno očakávať nejakú zásadnú zmenu vo vývoji kurzu. Technicky zachytáva zmenu ceny vzhľadom k cene pred zvoleným počtom dní v relatívnom vyjadrení. Hľadanie tohto počtu dní bude predmetom optimalizácie. Optimálnu periódu možno nájsť na základe nasledujúceho postupu

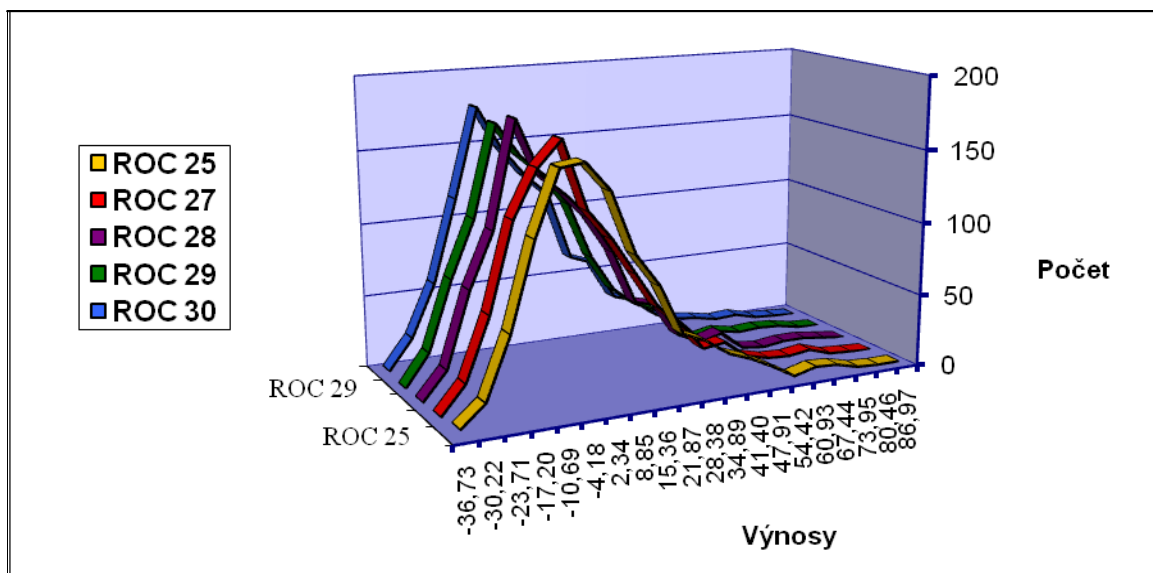
- vstup do long pozície: $0 < (\text{ROC} (C, \text{OPT1}, \%)),$ (4.11)

- výstup z long pozície: $0 > (\text{ROC} (C, \text{OPT1}, \%)),$ (4.12)

- rozsah hľadaného parametra: $1 < \text{OPT1} < 30$, s krokom 1,

kde ROC predstavuje indikátor, C je zatváracia cena a OPT1 je hore uvedená dĺžka periódy. Výsledky analýzy sú graficky spracované na obrázku 4.9. Hodnoty početnosti k uvedenému grafu sú v prílohe č. 7.

Obr. 4.9. Funkcia hustoty 5 najlepších indikátorov ROC



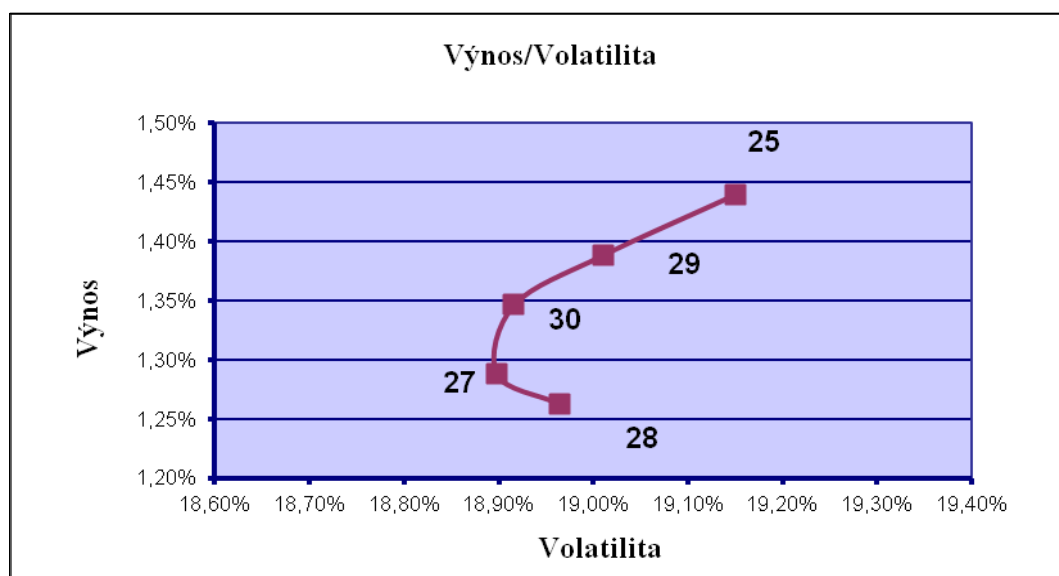
Ako predchádzajúce indikátory, tak ani indikátor ROC nie je výrazne ziskový. Spoločnou črtou grafu rozdelenia pravdepodobnosti výnosov je sklon – zošikmený vľavo. To znamená, že s malou pravdepodobnosťou budú dosahované vysoké zisky, ale s vysokou pravdepodobnosťou sa investor dostane do straty.

Tab. 4.5. Podrobné výsledky optimalizácie ROC

Poradie ziskovosti	1.	2.	3.	4.	5.
Optimálne parametre	25	29	30	27	28
Priemerný výnos	1,44%	1,39%	1,35%	1,29%	1,26%
Maximálny výnos	85,47%	83,30%	86,94%	79,25%	78,82%
Minimálny výnos	-35,96%	-35,67%	-34,14%	-33,12%	-36,73%
Volatilita	19,15%	19,01%	18,92%	18,90%	18,96%
VaR	30,06%	29,88%	29,77%	29,80%	29,93%
Šikmost'	1,057	1,005	1,036	1,030	0,995
Špicatost'	1,496	1,289	1,563	1,423	1,233

Podľa tabuľky 4.5. je najziskovejší indikátor ROC 25, s ktorým je spojený výnos iba 1,44 %, a to pri riziku vyššom než 19 %. Opäť možno konštatovať, že ani indikátor ROC nie je vhodný pre sledovanie nákupných a predajných signálov Slovenského akciového indexu. Prípadná investícia by nepriniesla zisk adekvátny podstúpenému riziku na kapitálovom trhu. Aj v tomto prípade sa priemerný výnos pohybuje hlboko pod úrovňou sadzby na peňažnom trhu. Závislosť výnosu a rizika u jednotlivých najziskovejších variant je znázornená na obrázku 4.10.

Obr. 4.10. Závislosť výnosu a rizika pre indikátor ROC

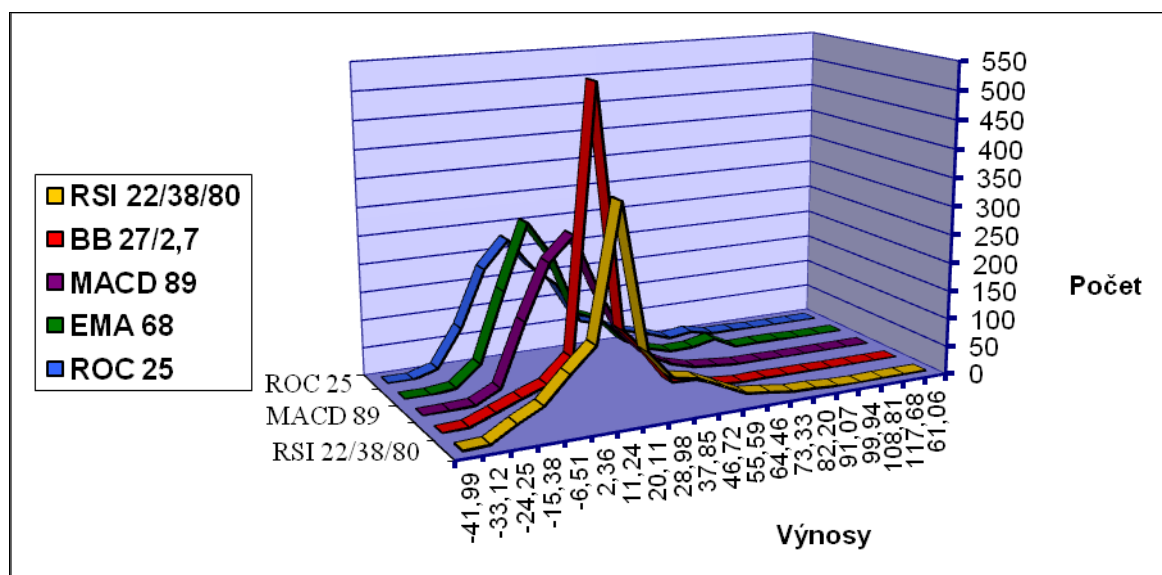


Tvar krivky je v prípade indikátora ROC takmer optimálny, výnimkou je iba ROC s 28 dennou dĺžkou periódy, ktorý je najmenej výnosný a napriek tomu je riziko vyššie ako u výnosnejších indikátorov. Z grafu jednoznačne vyplýva, že investor so sklonom k riziku by zvolil indikátor ROC 25, ktorý je najvýnosnejší, ale je s ním spojené aj najvyššie riziko. Naopak, pre rizikovo averzného investora je výhodnejší ROC 27 s najnižším rizikom alebo ROC 30.

4.4 Porovnanie výsledkov testovaných indikátorov

Na základe predchádzajúcich analýz piatich najziskovejších variant z každého sledovaného indikátora teraz môžeme zhrnúť výsledky a porovnať jednotlivé indikátory navzájom. Obr. 4.11. obsahuje výber podľa kritéria maximálnej ziskovosti. Hodnoty uvedeného grafu sa nachádzajú v prílohe č. 8.

Obr. 4.11. Funkcia hustoty najziskovejších indikátorov



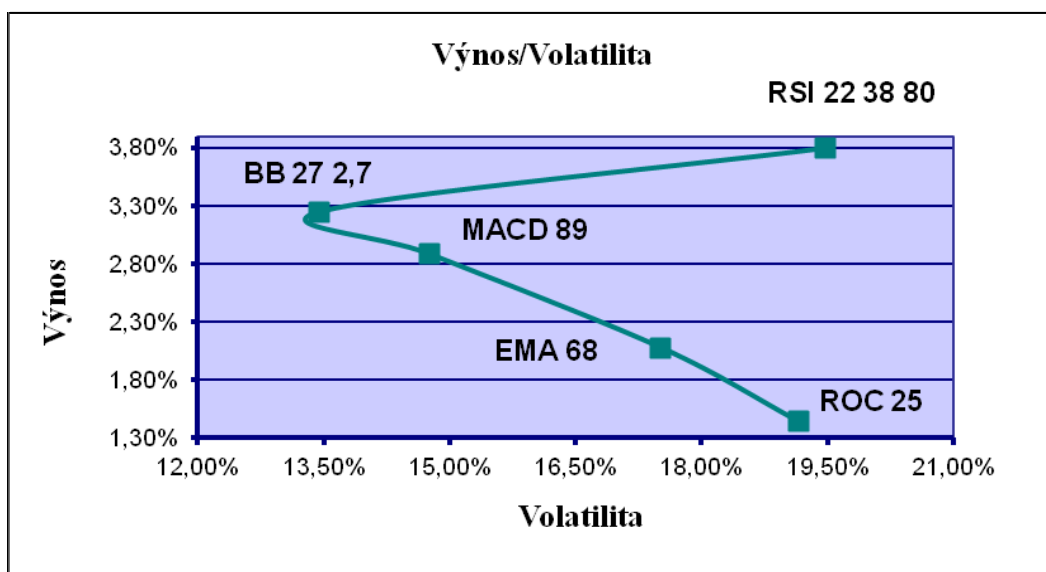
Výsledné poradie ziskovosti u daných indikátoroch je uvedené v tabuľke 4.6.

Tab. 4.6. Podrobné výsledky najziskovejších indikátorov

Poradie ziskovosti	1.	2.	3.	4.	5.
Optimálne parametre	RSI 22/38/80	BB 27/2,7	MACD 89	EMA 68	ROC 25
Priemerný výnos	3,80%	3,25%	2,88%	2,07%	1,44%
Maximálny výnos	117,42%	79,87%	73,34%	102,54%	85,47%
Minimálny výnos	-51,09%	-43,21%	-38,01%	-33,17%	-35,96%
Volatilita	19,47%	13,45%	14,76%	17,52%	19,15%
VAR	28,23%	-3,25%	-2,88%	-2,07%	-1,44%
Šikmosť	1,030	0,516	0,817	1,416	1,057
Špicatost'	3,285	3,892	1,395	3,460	1,496

Ako už bolo uvedené v predchádzajúcej časti, indikátory MACD, EMA a ROC nevykazujú dostatočný priemerný výnos. Tento výnos sa nachádza pod úrovňou úrokovej sadzby na peňažnom trhu a navyše je spojený s neúmerne vysokým rizikom. Naopak, indikátory RSI a BB túto minimálnu hranicu ziskovosti prekročili, avšak len o niekoľko desiatín percenta. Preto aj u týchto indikátorov je pomer výnosu a rizika neprimeraný.

Obr. 4.12. Závislosť výnosu a rizika najziskovejších indikátorov



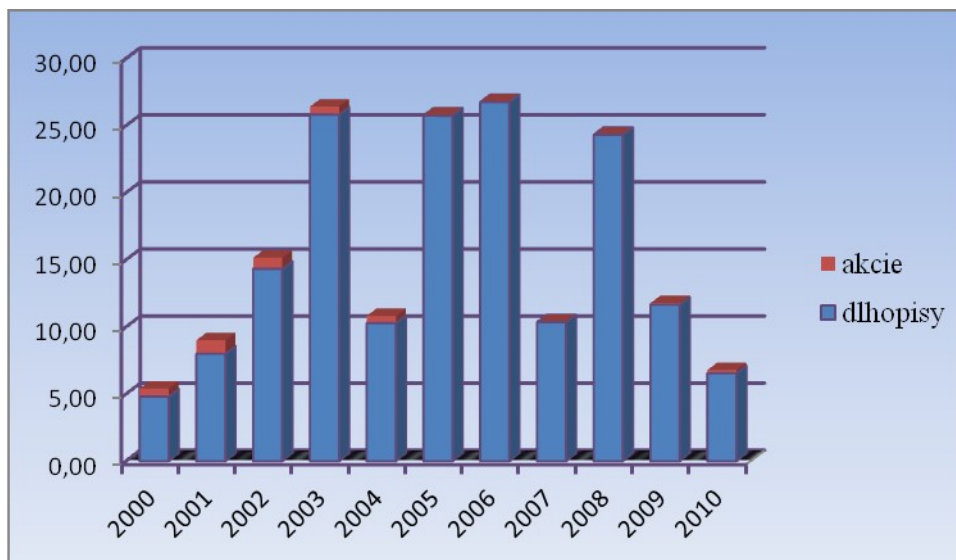
Pre lepšiu názornosť sú vzťahy medzi výnosom a volatilitou zakreslené do grafu (viď obr. 4.12.), z ktorého jasne vyplýva, že v porovnaní s RSI a BB sú zvyšné tri indikátory jednoznačne nevhodné pre technickú analýzu indexu SAX, a to nie len nízkym výnosom, ale aj jeho pomerom k riziku. Optimálne sú rozložené iba indikátory RSI 22 38 80, ktorý by volil investor so sklonom k riziku, prípade investor s neutrálnym postojom a BB 27 2,7 je vhodnejší pre rizikovo averzného investora. Ide však iba o teoretický pohľad, nakoľko veľkosť rizika v tomto prípade demotivuje k akejkoľvek investícii.

4.5 Zhrnutie

Po absolvovaní jednotlivých výpočtov, simulácie vývoja kurzu, testovaní indikátorov a porovnávaní výsledkov sme dospeli k záveru, že ani jeden indikátor neposkytol pre nasimulované dáta Slovenského akciového indexu uspokojivé výsledky. Hlavný nedostatok spočíva v dosahovaných priemerných výnosoch, a to aj napriek tomu, že testovanie prebiehalo podľa kritéria maximálnej ziskovosti. Ďalším problémom je, že graf rozdelenia pravdepodobnosti výnosov je vychýlený vľavo, smerom k záporným hodnotám. To znamená, že dosiahnuť maximálny výnos je iba málo pravdepodobné. S tým súvisí aj vysoká volatilita výnosov. Dôvodom nízkeho počtu nákupných a predajných signálov vygenerovaných MetaStockom môže byť aj fáza poklesu trhu. Treba zdôrazniť, že obdobie 14. 10. 2008 – 14. 10. 2010, z ktorého boli čerpané dáta o hodnotách kurzu, bolo obdobím prudkého poklesu, poznačené finančnou krízou. V prípade slovenského kapitálového trhu to však nie je hlavnou príčinou malého počtu nevýnosných transakcií. Ako je uvedené v kapitole

3.2, tento trh dlhodobo stagnuje, k čomu prispieva alarmujúco nízky objem obchodov na Burze cenných papierov v Bratislave. Okrem toho, väčšina uzavretých obchodov sa týka dlhopisov, nie akcií. Tento fakt potvrdzuje aj obrázok 4.13. V priemere viac než 95 % z celkového dosiahnutého finančného objemu bolo vytvoreného z obchodov s dlhopismi.

Obr. 4.13. Vývoj obchodov na BCPB v rokoch 2000 – 2010 v mld. eur



Zdroj: www.bcpb.sk

Faktom zostáva, že slovenskému kapitálovému trhu chýba dostatočná výkonnosť, likvidita a predovšetkým záujem investorov. Navyše akciový trh zostáva stále v úzadí a v rámci jeho vývoja nezaznamenávame dramatickejšie zmeny. Táto situácia sa samozrejme odrazila aj na hodnotení Slovenského akciového indexu pomocou technickej analýzy. Výsledky testovaných indikátorov a ich vyhodnocovanie potvrdilo nízku atraktivitu trhu.

Slovenský kapitálový trh má však z hľadiska kapacity veľký potenciál. Finančný trh vrátane bánk, poisťovní a dôchodkových fondov ponúka dostatok financií, ktoré by mohli smerovať do funkčného kapitálového trhu. Platí to aj o vkladoch obyvateľstva, pre ktoré môžu podobne, ako je tomu v krajinách západnej Európy predstavovať investície do cenných papierov ďalší vhodný spôsob zhodnotenia úspor. Cesta, ako oživiť tento spiaci trh nie je však jednoduchá. Problém nie je len na strane dopytu, ale aj ponuky. Dopyt investorov po akciách kótovaných na BCPB je nízky z dôvodu malého počtu atraktívnych titulov na domácej burze a na druhej strane, potenciálni emitenti odmietajú realizovať IPO na BCPB, pretože v slovenských podmienkach necítia dostatočný záujem a dopyt analytikov a investorov. Celá

situácia sa podobá začarovanému kruhu, ktorý môže prelomiť iba zásadná zmena buď na strane dopytu, alebo ponuky. Na strane ponuky by do značnej miery pomohla prvotná verejná ponuka akcií niekoľkých veľkých štátom kontrolovaných spoločností na BCPB. Na strane dopytu je veľký priestor pre zlepšovanie informovanosti o možnostiach investovania retailových investorov do akcií na domácom trhu. K zmene správania drobných investorov by pomohlo aj zníženie poplatkov, no najväčšou výzvou zostáva zmena investičného správania a prístupu slovenských občanov k investovaniu na burze cenných papierov. Tak ako všetky západoeurópske a iné okolité národy, aj Slováci by mali začať k investovaniu do akcií kótovaných na burze pristupovať ako k prirodzenej forme investovania.²²

²² *Akcie* [online]. 2010, [cit. 2. apríla 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.akcie.sk/spravodajstvo/235/odborne-clanky-a-analyzy/ipo-ako-prilezitost-pre-slovenske-firmy>>.

5 Záver

Technická analýza sa zameriava na predikciu vývoja cien aktív prostredníctvom historických údajov. Podrobným analyzovaním zisťujeme okamih, kedy je kúpa, či predaj týchto aktív na burze zrealizovaná čo najefektívnejšie. Prostredníctvom technickej analýzy bola v diplomovej práci priblížená situácia na slovenskom kapitálovom trhu.

Cieľom diplomovej práce bolo testovanie vybraných indikátorov technickej analýzy na Slovenskom akciovom indexe vo fáze poklesu trhu. Dôvodom jej využitia pre index SAX je predovšetkým zistenie, či aplikácia technickej analýzy môže viesť k ziskovej stratégii na slovenskom kapitálovom trhu. Práca bola rozdelená teoretickú časť, v ktorej nachádzame popis metód technickej analýzy a náhodného vývoja cien finančných aktív, ďalej časť rozvíjajúcu problematiku kapitálových trhov a praktickú časť obsahujúcu samotné výpočty a aplikáciu technickej analýzy na indexe SAX.

Výnosy boli porovnávané najskôr v rámci najlepších výsledkov u jednotlivých typov indikátorov a následne boli hodnotené najziskovejšie varianty sledovaných indikátorov spoločne. Pri testovaní sme dospeli k záveru, že iba 2 z 5 indikátorov (index relatívnej sily a Bollingerove pásma) dosiahli vyššiu ziskovosť, než predstavuje úroková sadzba na peňažnom trhu nastavená na výšku 3 %. Keďže dosiahnutý výnos presiahol túto hranicu iba o niekoľko desiatín percenta, aj v prípade týchto najziskovejších indikátorov môžeme hodnotiť výsledky ako neúspešné. Okrem nízkeho výnosu je problémom aj neúmerne vysoké riziko u všetkých sledovaných indikátorov. Hlavným dôvodom týchto nedostatkov je slabá výkonnosť slovenského kapitálového trhu, ktorý počtom obchodov na burze cenných papierov a trhovou kapitalizáciou zaostáva za okolitými štátmi.

Faktom je, že niektoré metódy technickej analýzy môžu pre niektoré typy akcií priniesť obchodný zisk. Je však potrebné využiť tie správne indikátory s optimalizovanými parametrami, aby čo najlepšie popisovali vývoj ceny daného aktíva. Neznamená to, že pomocou technickej analýzy možno nadmieru zarábať, ale zvyšuje sa pravdepodobnosť, že investor výhodnejšie zhodnotí svoju investíciu v dôsledku lepšieho načasovania nákupu a predaja aktív.

Zoznam použitej literatúry

a) knihy

- (1) FABOZZI, F. J.; MODIGLIANI, F.; JONES, F. J.; FERRI, M. *Foundations of financial markets and institutions*. 3rd ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2002. 663 s. ISBN 0-13-018079-3.
- (2) HULL, J. C. *Options, futures, and other derivatives*. 7th ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2009. 822 s. ISBN 978-0-13-601586-4.
- (3) MUSÍLEK, P. *Trhy cenných papírů*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2002. 47. s. ISBN 80-86119-55-6.
- (4) PRING, M. J. *Technical Analysis Explained: the successful investor's guide to spotting investment trends and turning points*. New York: McGraw-Hill, Inc., 1991. 521 s. ISBN 0-07-51042-3.
- (5) REJNUŠ, O. *Teorie a praxe obchodování s cennými papíry*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001. 79. s. ISBN 80-7226-571-7.
- (6) ŘÍHA, J. *Technická analýza cenných papírů*. 1. vyd. Praha: Comenia Nova, 1994. 103 s. ISBN 80-901784-0-5.
- (7) VÍŠKOVÁ, H. *Technická analýza akcií*. 1. vyd. Praha: HZ Systém, 1997. 50. s. ISBN 80-86009-13-0.
- (8) ZMEŠKAL, Z. *Finanční modely*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2004. 236 s. ISBN 80-86119-87-4.
- (9) *MetaStock – uživatelská příručka*. Brno: Moneco, 1994. 571 s.

b) internetové zdroje

- (10) *Akcie* [online]. 2010, [cit. 2. apríla 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.akcie.sk/spravodajstvo/235/odborne-clanky-a-analyzy/ipo-ako-prilezitost-pre-slovenske-firmy>>.
- (11) *Burza cenných papierov Praha* [online]. 2010, [cit. 13. apríla 2011]. Dostupné z WWW: <<http://www.bcpp.cz/dokument.aspx?k=Burzovni-Indexy>>.
- (12) *Burza cenných papierov v Bratislave* [online]. 2010, [cit. 2. apríla 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.bcpb.sk/Content/SK/Statistiky/rocenky.lst/Rocenka-BCPB-2010.pdf>>.
- (13) *Burza cenných papierov v Bratislave* [online]. 2010, [cit. 16. novembra 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.bsse.sk/Obchodovanie/Indexy/IndexSAX.aspx>>.
- (14) *Burza cenných papierov v Bratislave* [online]. 2010, [cit. 16. novembra 2010]. Dostupné z WWW: <http://www.bcpb.sk/Content/SK/Burza/Zakladne_info.htm>.
- (15) *Burza cenných papierov v Budapešti* [online]. 2010, [cit. 13. apríla 2011]. Dostupné z WWW: <http://www.bet.hu/topmenu/piacok_termek/indexek/index/bux.html>.
- (16) *Cikomodity* [online]. 2010, [cit. 10. novembra 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.cikomodity.com/index.php?action=vzdelavanie-psychologicka-analyza>>.
- (17) *Global Pacifik West* [online]. 2010, [cit. 3. marca 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.gpw.sk/news/kapitalovy-trh-na-slovensku/>>.
- (18) *Miras* [online]. 2010, [cit. 3. februára 2010]. Dostupné z WWW: <<http://www.miras.cz/akcie/indexy-dow-jones.php>>.
- (19) *O Peniazoch* [online]. 2010, [cit. 3. marca 2010]. Dostupné z WWW: <<http://openiazoch.zoznam.sk/info/zpravy/zprava.asp?NewsID=48023>>.

(20) *Traders* [online]. 2010, [cit. 16. novembra 2010]. Dostupné z WWW: http://www.traders.cz/burzy_a_jejich_systemy/najvyznamnejsie_burzove_indexy_a_ich_historia.html>.

(21) *Viedenská burza* [online]. 2010, [cit. 13. apríla 2011]. Dostupné z WWW: < <http://www.indices.cc/indices/details/atx/facts/>>.

Zoznam skratiek

a pod.	- a podobne
a. s.	- akciová spoločnosť
ATX	- Rakúsky akciový index
BB	- Bollinger bands
BCPB	- Burza cenných papierov v Bratislave
BCPP	- Burza cenných papierov Praha
BSL	- Biotika, a. s.
BUX	- Maďarský akciový index
CAX	- Slovenský akciový index (pôvodný)
cca	- circa
CIR	- Cox-Ingersoll-Ross model
č.	- číslo
DJIA	- Dow Jones Industrial Average
EBOS	- elektronický burzový operačný systém
EMA	- exponential moving average
FESE	- Federation of Europeans Securities Exchanges
HW	- Hull-White model
IPO	- initial public offering
MACD	- Moving average convergence divergence
mld.	- miliarda
NYSE	- New York Stock Exchange
obr.	- obrázok
OPT	- optimalizácia
OTP	- OTP banka Slovensko, a. s.
príp.	- prípadne
PX	- Pražský index
resp.	- respektíve
ROC	- rate of change
RS	- relatívna sila
RSI	- relative strenght index
SAX	- Slovenský akciový index

SCP SR	- Stredisko cenných papierov Slovenskej republiky
SDX	- Slovenský dlhopisový index
SES	- Slovenské energetické strojárne, a. s.
SKI	- Tatry mountain resorts, a. s.
SLN	- Slovnaft, a. s.
SR	- Slovenská republika
SRA	- Best hotel properties, a. s.
S&P	- Standard and Poor's
tab.	- tabuľka
t. j.	- to jest
tzv.	- takzvaný
USD	- americký dolár
VUB	- Všeobecná úverová banka, a. s.
Z. z.	- zbierka zákonov

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 29. 4. 2011

.....
Bc. Jana Kubicová

Adresa trvalého pobytu studenta:

023 01 Oščadnica č. 1519

Zoznam príloh

Príloha č. 1	Odhad parametrov Vašíčkovho modelu
Príloha č. 2	Simulácia Slovenského akciového indexu
Príloha č. 3	Rozdelenie počtnosti pre 5 najziskovejších indikátorov RSI
Príloha č. 4	Rozdelenie počtnosti pre 5 najziskovejších indikátorov BB
Príloha č. 5	Rozdelenie počtnosti pre 5 najziskovejších indikátorov MACD
Príloha č. 6	Rozdelenie počtnosti pre 5 najziskovejších indikátorov EMA
Príloha č. 7	Rozdelenie počtnosti pre 5 najziskovejších indikátorov ROC
Príloha č. 8	Rozdelenie počtnosti najziskovejších indikátorov

